

CATIE
ST
RT-9
c.3

CATIE

Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

Semana Científica 2004

www.catie.ac.cr



C823



R.D. 2004

Semana Científica 2004

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
2004

CATIE
ST
RT-9
C.3

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros, los cuales a su vez conforman su Consejo Superior.



630.72065

S471 6. Semana Científica del CATIE (2004 : Turrialba,
2004 Costa Rica)
Memoria – Turrialba, C.R. : CATIE, 2004.
143 p. ; 28 cm. – (Serie técnica. Reuniones
técnicas / CATIE ; no. 9)

ISBN 9977-57-396-4

1. CATIE- Investigación I. CATIE II. Título
III. Serie

Créditos

Producción General
Lorena Orozco

Edición
Elizabeth Mora

Imprenta
LITOCAT

Diagramación
Carol Salazar
Silvia Francis

Supervisión en concepto gráfico
Alexandra Cortés

Unidad de Comunicación
Sede Central
2004

Contenido

Prefacio	6
Agradecimientos	7
Programa	9

Ponencias

Sesión 1. Desafíos para la producción y comercialización de los sectores agrícola y forestal frente a los procesos de globalización

Los recursos fitogenéticos del CATIE - bienes estratégicos para la diversificación y mejora de la producción agrícola y forestal de pequeños productores. Andreas Ebert, Wilbert Phillips, Nelly Vásquez, Carlos Navarro, Marfa Elena Aguilar, Carlos Astorga, Antonio Mora	12	PDF
Articulación del mundo campesino con el mercado: integración de los enfoques de medios de vida y cadena productiva. Dietmar Stoian, Jason Donovan.....	14	PDF
Cadena de valor como estrategia para el desarrollo de Eco-PyMEs en América tropical. Jason Donovan, Dietmar Stoian, Ruth Junkin	17	PDF
Importance of silvopastoral systems in livelihoods of livestock farmers and rural poor in Central America. Muhammad Ibrahim, José Gobbi, Jairo Mora-Delgado, Celia Harvey, Cristóbal Villanueva	19	PDF
Producción de hortalizas en ambientes protegidos: Un nuevo desafío para el CATIE y sus colaboradores. Luko Hilje	21	PDF

Sesión 2. Innovación en la producción para mejorar la competitividad en la producción amigable con el ambiente

Genetic diversity of the cacao pathogen <i>Moniliophthora roreri</i> and incorporation of sources of resistance through conventional breeding. Wilbert Phillips, José Castillo, Carlos Astorga, Ulrike Krauss, Mike Wilkinson	23	PDF
¡Las plantaciones forestales no han dado de comer! Pasado, presente y futuro del tema plantaciones forestales en CATIE. Alvaro Vallejo, Guillermo Navarro, Lucio Pedroni 	25	PDF
MIP en manos de las familias campesinas: Retos para el CATIE y sus socios en la región centroamericana. Falguny Guharay, Elida Méndez	28	PDF
Capacitación participativa sobre manejo de café y sus resultados en tres regiones de Centroamérica. Jeremy Hagar, Amilcar Aguilar, Lutgarda Barahona, Charles Staver, Elías de Melo, Ramón Mendoza, Julio Monterrey	30	PDF
Genetic resources of <i>Cedrela odorata</i> L. and their efficient use in Mesoamerica. Impact of the research in policy. Carlos Navarro	32	PDF
Independence of Genetic Disease Reaction Towards <i>Phytophthora palmivora</i> and <i>Crinipellis rorrei</i> , and Populations of Epiphytic, Antagonistic Fungi in Cocoa (<i>Theobroma cacao</i>). G. Martijn ten Hoopen, Philo Aisa, Tim Stirrup, Ulrike Krauss.....	33	PDF
Diferenciación genética de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , agente causal de la sigatoka negra de las musáceas en los trópicos. Gonzalo Galileo Rivas-Platero, Marie F. Zapater, Catherine Abadie, Jean Carlie	35	PDF

Sesión 3. Estrategias y herramientas para el pago de servicios ambientales y el manejo de recursos naturales

Clean Development Mechanism: Opportunities and Challenges. Lucio Pedroni.....	38
Evaluating Three Innovative Financial Instruments of the Costa Rican Plantation Forestry System. Guillermo A. Navarro	43

El monitoreo ecológico y el manejo forestal sostenible: un enfoque interdisciplinario para el desarrollo de una herramienta práctica, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación certificados por el FSC. Bryan Finegan, Guillermo Navarro, Diego Delgado, Yadid Ordoñez, Yadi Zea	48
---	----

Análisis integral de la vulnerabilidad a amenazas naturales en cuencas hidrográficas de América Central. Francisco Jiménez, Jorge Faustino, Sergio Velásquez	50
--	----

Experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas en América Central. Francisco Jiménez, Francisco Alpízar, Jorge Faustino, José Joaquín Campos	54
---	----

The pricing of Protected Areas in Nature-Based Tourism: A Local Perspective. Francisco Alpízar	58
--	----

Afiches

Rational Fungicide Use in Cocoa Improving Agents and Application Techniques. Roy Bateman, Eduardo Hidalgo, Johnny García, Martin ten Hoopen, Ulrike Krauss, Valex Adonijah.....	62
---	----

Diseño de proyectos de venta de carbono atractivos para pequeñas plantaciones forestales. Jaime Black Solís, Bruno Locatelli, Lucio Pedroni.....	63
--	----

Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. Giovanni Cárdenas, Celia Harvey, Muhammad Ibrahim, Bryan Finegan	66
--	----

Influence of live fences on the structure and connectivity of a fragmented landscape, Río Frío, Costa Rica. Mario Chacón León, Celia Hervey	69
---	----

Efecto del cambio de uso de la tierra en fincas ganaderas en la conectividad del paisaje en la cuenca del Río Barranca, Costa Rica. Jorge Cruz B., Muhammad Ibrahim, Francisco Casasola.	72
---	----

Café agroforestal manejado con insumos químicos sintéticos y orgánicos. Elias de Melo, Jeremy Haggard, Amílcar Aguilar, Ramón Mendoza, Vera Sánchez, Charles Staver.	76
---	----

Field screening in Costa Rica of Ecuadorian mycoparasites of the cocoa frosty pod rot pathogen <i>Crinipellis (Moniliophthora) roreri</i> . Harry C. Evans, Keith A. Holmes, Sarah E. Thomas, Claudio Arroyo.....	79
---	----

Sustancias puras de origen vegetal como repelentes de los adultos de <i>Bemisia tabaci</i> . Guillermo Flores, Luko Hilje, Lilliana González, Manuel Carballo.....	80
--	----

Extractos vegetales como disuasivos de los adultos de <i>Bemisia tabaci</i> . Guillermo Flores, Luko Hilje, Gerardo A. Mora, Manuel Carballo.	81
--	----

Abundance and species richness of trees, birds, bats, butterflies and dung beetles in silvopastoral systems in the agricultural landscapes of Cañas, Costa Rica and Rivas, Nicaragua. C.A. Harvey, J.Sáenz, J. Montero, A. Medina, D. Sánchez, S. Vilchez, B. Hernández, J.M. Maes, F.L. Sinclair	82
---	----

Un enfoque integral de la asistencia técnica para el cambio de uso del suelo en fincas ganaderas de Costa Rica. Vilma A. Holguín, Muhammad Ibrahim, Jairo Mora, Francisco Casasola.	85
--	----

Multi-agent systems for simulating bird populations in fragmented landscapes. Bruno Locatelli.....	88
--	----

La capacidad organizacional para aprender: factor clave del sistema de innovación en Nicaragua. Mario López, Danilo Padilla, Elia Kuan, Charles Staver... ..	91
--	----

Comparación entre conocimiento local y científico sobre árboles de uso múltiple en Matiguás, Nicaragua. Jorge Martínez, Celia A. Harvey, Muhammed Ibrahim, Jairo Mora, Tamara Benjamín.	93
--	----

Capacidad de innovación de las familias productoras y las organizaciones para reducir el uso extremo de plaguicidas en las hortalizas del Trifinio, Centroamérica. Julio Monterrey, Danilo Padilla, Lutgarda Barahona, Falguni Guharay.....	94
---	----

Optimal Combination of Trees, Pasture and Cattle in Silvopastoral Systems in Costa Rica. Otoniel Monterroso, Mario Piedra, Eliécer Vargas, Andrea Schlönvoigt.....	96
--	----

Local knowledge of the tree cover in castle production systems in two localities of Costa Rica. Diego Muñoz, Celia A. Harvey, Fergus L. Sinclair, Jairo Mora, Muhammed Ibrahim.	97
--	----

VI SEMANA CIENTIFICA DEL CATIE

Ecotypic differentiation and incipient speciation at both quantitative traits and neutral markers in <i>Cedrela odorata</i> . Carlos Navarro	100
Distribution of genetic diversity in Mahogany in Central America. S. Cavers, A.C.M. Gillies, C. Navarro, A.J. Lowe, A.C. Newton, M. Hernández, J. Wilson, J.P. Cornelius	101
Neural network and Bayesian classifiers: a comparison. Lucio Pedroni, Enrico Feoli, Gianluca Micheli.....	103
Finding threatened forest areas in the Central Volcanic Mountain Range Conservation Area in Costa Rica. Lucio Pedroni, Pablo Imbach, Jonhny Rodríguez.	105
Non-permanence, carbon accounting and project scales in forestry and Agroforestry CDM activities. Lucio Pedroni, Bruno Locatelli.....	107
CATIE: Strategic institution for cacao research in Latin America. W. Phillips, E. Johnson, U. Krauss, E. Somarriba.	110
Avances en el control biológico de <i>Botrytis cinerea</i> en chile y tomate cultivados bajo techo. William Salas Brenes, Vera Sánchez Garita.....	111
Caracterización del manejo de enfermedades de tomate en una finca de producción orgánica. William Salas Brenes, Vera Sánchez Garita.....	113
Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia. Eduardo Somarriba, Luisa Trujillo, Claudia Sepúlveda, Jesús Quispe.	115
Innovation system analysis for ecological management of livestock lands in Central Nicaragua. Charles Staver, Amilcar Aguilar, Maricel Piniero, Andres Nieuwenhuyse.....	118
Sistema de Manejo Forestal (SILVIA) Versión 2. Alvaro Vallejo, Edgar Víquez, Marcelino Montero, Markku Kanninen	120
Tree cover and intensification level in cattle farms in río Frío, Costa Rica. J. Villacis, C.A. Harvey, M. Ibrahim, C. Villanueva.....	121
Caracterización de fincas ganaderas y relaciones con la cobertura arbórea en Río Frío, Costa Rica. J. Villacis, C. A. Harvey, M. Ibrahim, C. Villanueva.	124
Tree resources on pastureland in cattle production systems in the dry pacific region of Costa Rica and Nicaragua. C. Villanueva; M. Ibrahim, C.A. Harvey, F.L. Sinclair, R. Gómez, M. López, H. Esquivel..	127
Análisis económico del manejo forestal: implicaciones en la rentabilidad del manejo al aplicar monitoreo ecológico en bosques bajo certificación, RAAN, Nicaragua. Yadid Zea, Guillermo Navarro, Bryan Finegan.	131
Chloroplast DNA phylogeography of Spanish Cedar (<i>Cedrela odorata</i>) L. in Central America reveals vicariant origins of contemporary diversity. Stephen Cavers, Carlos Navarro, Andrew Lowe.	133
Ecological and productive roles of live fences in cattle production systems of Costa Rica and Nicaragua. C. A. Harvey, C. Villanueva, M. Chacón, J. Villacis, A. Pérez, D. Muñoz, J. Martínez, A. Navas, M. Ibrahim, R. Gómez, M. López, L. Sinclair.	134
Energy productivity in livestock farms with and without silvopastoral systems in the tropics of Costa Rica. Jairo Mora-Delgado, Raúl Velásquez-Vélez, Vilma A. Holguín, Muhammad Ibrahim.	136
El proyecto "Conservación de biodiversidad y producción sostenible en pequeñas fincas indígenas de cacao orgánico en el Corredor Biológico Talamanca-Caribe, Costa Rica. Eduardo Somarriba, Marilyn Villalobos, Jorge González, Celia Harvey	138
Aprovechamiento de impacto reducido en Centroamérica: 13 años de capacitación en tala dirigida, 12 lecciones aprendidas. Geoffrey Venegas, Lucio Pedroni.	140
Efecto de un instrumento económico sobre la deforestación de la zona de amortiguamiento de Indio Maíz, Nicaragua. Zenia Salinas, Outi Myatt-Hirvonen, Bruno Locatelli.	144
Creating win-win situations the strategy of paying for environmental services to promote adoption of silvopastoral systemms. José A. Gobi, Muhammad Ibrahim.	147

Prefacio

El CATIE ha cumplido ya su treinta aniversario de servir a sus países miembros por medio de la investigación, la educación de postgrado y la capacitación. A través de dos departamentos: Recursos Naturales y Ambiente y Agricultura y Agroforestería, y 11 grupos temáticos interdisciplinarios, el CATIE desarrolla actividades de investigación que buscan mejorar las condiciones de vida de las poblaciones menos favorecidas en los países miembros. Además, se busca fomentar en la región el desarrollo de una masa crítica interdisciplinaria y la coordinación de esfuerzos en procura de mayores recursos para el desarrollo.

El CATIE culmina sus celebraciones del 30 aniversario el 16 de marzo del 2004. Estas Actas de la VI Semana Científica las cuales reúnen los mejores trabajos científicos ejecutados en la institución durante los dos últimos años quieren significar una contribución en la celebración de tal acontecimiento.

Por otra parte, se pretende que la Semana Científica sea un foro de discusión que ayude a conocer las vías para la sustentabilidad institucional y el conocimiento de las oportunidades, desafíos y cambios requeridos a nivel académico y de investigación. En esta nueva época de globalización y acuerdos de libre comercio, el desarrollo rural y la conservación de los recursos naturales adquieren nueva relevancia, en tanto que motores del bienestar de las poblaciones rurales.

El lema de la VI Semana Científica, *Oportunidades y Desafíos Científicos y Tecnológicos para la Gestión Integral de los Recursos Naturales en el Trópico Americano*, será largamente analizado y discutido en tres sesiones: 1) Desafíos para la producción y comercialización de los sectores agrícola y forestal frente a los procesos de globalización. 2) Innovación en la producción para mejorar la competitividad en la producción amigable con el ambiente. 3) Estrategias y herramientas para el pago de servicios ambientales y el manejo de recursos naturales.

Además, contaremos con dos charlas magistrales sobre los cambios en la agricultura y el sector de recursos naturales; el desarrollo sostenible; los cambios en los servicios de extensión y su relación con los fenómenos de globalización, los futuros acuerdos de apertura comercial y la ciencia actual. Por otro lado, se discutirá ¿quién hace ciencia?, ¿qué barreras enfrenta?, ¿qué debe saber?, ¿cómo afecta a las instituciones universitarias que tácitamente ingresan al mercado? y ¿qué cambios deben introducirse para sobrevivir en un ambiente globalizante y de tratados de libre comercio?

La VI Semana Científica tendrá también una exposición permanente de afiches, los cuales serán analizados por sus autores y el público presente. Además, durante un panel se buscará una reflexión de cómo los centros de investigación pueden mejorar la contribución a los productores para enfrentar y aprovechar los procesos de globalización. Los insumos generados por la VI Semana Científica se utilizarán en la planificación de actividades que la Dirección General realizará durante el año.

*Dr. Carlos Navarro
Presidente Comité Organizador*

Agradecimiento

El comité organizador de la VI Semana Científica agradece profundamente el apoyo brindado por la Dirección General para planificar y ejecutar esta actividad de revisión interna que ha permitido dar a conocer y evaluar el rumbo de las investigaciones en el CATIE en las áreas de los recursos naturales, ambiente, agricultura y agroforestería.

Deseamos agradecer a todo el equipo que colaboró con la organización de la semana científica, incluyendo apoyo logístico y administrativo. Muy especialmente, agradecemos a los expositores de ponencias y afiches, expositores magistrales, panelistas, moderadores y relatores.

El respaldo económico ofrecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) y gestionado por la Doctora Carol Kramer-LeBlanc ha sido invaluable para el éxito de la actividad.

11 de marzo del 2004

Comité organizador:

Dr. Carlos Navarro (Presidente)

Dra. Tamara Benjamin

Lic. Lorena Orozco

MSc. Jason Donovan

MSc. Edgar Víquez

Apoyo secretarial: Ligia Pérez



PROGRAMA

VI Semana Científica del CATIE

*Oportunidades y Desafíos Científicos y Tecnológicos para
la Gestión Integral de los Recursos Naturales en el Trópico Americano*

Jueves 11 de marzo

- 8:00 - 8:15 am. Inauguración. Dr. Pedro Ferreira. Director General del CATIE
- 8:15 - 8:30 am. Explicaciones generales y metodológicas de la Semana Científica. Dr. Carlos Navarro
- 8:30 - 9:30 am. Charla Magistral. Dr. Ronnie de Camino. Universidad para la Paz.
¿Cómo le pondremos? Reflexiones sobre el contexto actual y tendencias futuras en el manejo de recursos naturales

Sesión 1. Desafíos para la producción y comercialización de los sectores agrícola y forestal frente a los procesos de globalización. Moderador: John Beer. Relatora: Nelly Vásquez

Ponencias

- 9:30 - 9:50 am. Los recursos fitogenéticos del CATIE - bienes estratégicos para la diversificación y mejora de la producción agrícola y forestal de pequeños productores. Andreas Ebert, Wilber Phillips, Nelly Vásquez, Carlos Navarro, María Elena Aguilar, Carlos Astorga, Antonio Mora
- 9:50 - 10:10 am. Articulación del mundo campesino con el mercado: integración de los enfoques de medios de vida y cadena productiva. Dietmar Stoian, Jason Donovan
- 10:10 - 10:40 am. Café y Sesión de Posters
- 10:40 - 11:00 am. Cadena de valor como estrategia para el desarrollo de Eco-PyMEs en América tropical. Jason Donovan, Dietmar Stoian, Ruth Junkin
- 11:00 - 11:20 am. Importance of silvopastoral systems in livelihoods of livestock farmers and rural poor in Central America. Muhammad Ibrahim, José Gobbi, Jairo Mora-Delgado, Celia Harvey Cristóbal Villanueva
- 11:20 - 11:40 am. Producción de hortalizas en ambientes protegidos: 'Un nuevo desafío para el CATIE y su colaboradores'. Luko Hilje
- 11:40 - 12:00 m. Resumen por parte del relator y preguntas
- 12:00 - 1:00 pm. Almuerzo

Sesión 2. Innovación en la producción para mejorar la competitividad en la producción amigable con el ambiente. Moderador: Andreas Ebert. Relator: Carlos Astorga

- 1:00 - 1:20 pm. Genetic diversity of the cacao pathogen *Moniliophthora roreri* and incorporation of sources of resistance through conventional breeding. Wilbert Phillips, José Castillo, Carlos Astorga, Ulrike Krauss, Mike Wilkinson
- 1:20 - 1:40 pm. ¡Las plantaciones forestales no han dado de comer! Pasado, presente y futuro del tema plantaciones forestales en CATIE. Alvaro Vallejo, Guillermo Navarro, Lucio Pedroni
- 1:40 - 2:00 pm. MIP en manos de las familias campesinas: Retos para el CATIE y sus socios en la región centroamericana. Falguny Guharay, Elida Méndez
- 2:00 - 2:30 pm. Café y Sesión de Posters
- 2:30 - 2:50 pm. Capacitación participativa sobre manejo de café y sus resultados en tres regiones de Centroamérica. Jeremy Hagar, Amilcar Aguilar, Lutgarda Barahona, Charles Staver, Elías de Melo, Ramón Mendoza, Julio Monterrey
- 2:50 - 3:10 pm. Genetic resources of *Cedrela odorata* L. and their efficient use in Mesoamerica. Impact of the research in policy. Carlos Navarro
- 3:10 - 3:30 pm. Independence of Genetic Disease Reaction Towards *Phytophthora palmivora* and *Crinipellis roreri*, and Populations of Epiphytic, Antagonistic Fungi in Cocoa (*Theobroma cacao*). G. Martijn ten Hoopen, Philo Aisa, Tim Stirrup, Ulrike Krauss
- 3:30 - 3:50 pm. Diferenciación genética de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la sigatoka negra de las musáceas en los trópicos. Gonzalo Galileo Rivas-Platero, Marie F. Zapater, Catherine Abadie, Jean Carlier
- 3:50 - 4:10 pm. Resumen por parte del relator y preguntas

Viernes 12 de marzo

- 8:00 - 9:00 am. Charla Magistral "Ciencia actual: retos y desafíos". Dra. Eugenia Flores/UNESCO

Sesión 3. Estrategias y herramientas para el pago de servicios ambientales y el manejo de recursos naturales. Moderador: José Joaquín Campos. Relator: Róger Villalobos

- 9:00-9:20 am. Clean Development Mechanism: Opportunities and Challenges. Lucio Pedroni

9:20 - 9:40 am. Evaluating Three Innovative Financial Instruments of the Costa Rican Plantation Forestry System. Guillermo A. Navarro

9:40 - 10:00 am. Café y Sesión de Posters

10:00 - 10:20 am. El monitoreo ecológico y el manejo forestal sostenible: un enfoque interdisciplinario para el desarrollo de una herramienta práctica, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación certificados por el FSC. Bryan Finegan, Guillermo Navarro, Diego Delgado, Yadiel Ordoñez, Yadi Zea

10:20 - 10:40 am. Análisis integral de la vulnerabilidad a amenazas naturales en cuencas hidrográficas en América Central. Francisco Jiménez, Jorge Faustino, Sergio Velásquez

10:40 - 11:00 am. Experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas en América Central. Francisco Jiménez, Francisco Alpízar, Jorge Faustino, José Joaquín Campos

11:00 - 11:20 am. The pricing of Protected Areas in Nature-Based Tourism: A Local Perspective. Francisco Alpízar

11:40 - 12:00 m. Resumen por parte del relator y preguntas

12:00 - 1:00 pm. Almuerzo

1:00 - 3:00 pm. Panel "Cómo los centros de investigación pueden mejorar la contribución a los productores para enfrentar y aprovechar los procesos de globalización"

Panelistas: Dra. Eugenia Flores (UNESCO), Dr. John Beer, Dr. José Joaquín Campos, Dr. Lawrence Pratt (INCAE). Moderador: Dr. Glenn Galloway. Relator: Wilbert Phillips

3:00 pm. Clausura del evento. Dr. Pedro Ferreira. Director General del CATIE

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DEL CATIE

Bienes estratégicos para la diversificación y mejora de la producción agrícola y forestal de pequeños productores

Andreas Ebert¹, Wilbert Phillips², Nelly Vásquez², Carlos Navarro²

María-Elena Aguilar², Carlos Astorga², Antonio Mora²

Summary

The examples presented for various crops clearly show that the germplasm collections held in trust by CATIE constitute a strategic resource for diversification and improvement of the production of agricultural and forestry commodities by small farmers. With both perennial and annual crops, the Theme Group "Sustainable Management and Use of Plant Genetic Resources" (TG SMU-PGR) promotes rational management and use of this important resource for the benefit of the farmers in the region. Through the selection and validation of materials with resistance to diseases and pests and with potential for mixed production systems, the TG SMU-PGR contributes to diversified production with less risk for the farmers and increased benefits for the ecosystem and the environment. Ultimately, this leads to more stable yields, increased food security and agrobiodiversity, as well as diversified agricultural and forestry production systems.

1. Introducción

La historia de la agricultura ilustra claramente que ningún país es autosuficiente en materia de recursos fitogenéticos (RFG). Numerosas especies alimenticias y forestales se han distribuido ampliamente, contribuyendo al desarrollo en zonas alejadas de su origen. Desde los años 1950, el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), y a partir de 1973, el CATIE han implementado importantes acciones de exploración, colección, manejo y conservación de germoplasma autóctono de la América Tropical y exótico. Hoy en día, el CATIE dispone de colecciones de importancia internacional (café y cacao) y regional (cereales, granos, leguminosas, vegetales, condimentos, frutales y otros cultivos tropicales). El Grupo Temático Manejo y Uso Sostenible de Recursos Fitogenéticos (GT MUS-RFG) trata de mejorar y valorizar las colecciones del CATIE mediante la adopción de estándares internacionales, con el fin de reducir la erosión genética y promover el intercambio y uso del germoplasma conservado.

2. Situación actual de las colecciones del CATIE e intercambio de germoplasma

El germoplasma conservado en las cámaras frías involucra 11 géneros principales con un total de 45 especies. En las colecciones de campo se conservan ocho géneros principales con un total de 282 especies. El intercambio de germoplasma de semillas ortodoxas a nivel regional e internacional ha sido importante en las últimas décadas. Sin embargo, a partir del año 1997, el intercambio ha decaído, a causa de la debilitación de la Unidad de Recursos Filogenéticos, la introducción de políticas de derechos de propiedad intelectual y de un Acuerdo de Transferencia de Germoplasma más rígido, en reacción a la entrada en vigor del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). El GT está promoviendo la designación de las colecciones del CATIE bajo los auspicios de la FAO. Este paso dará a las colecciones un estatus legal comparable con el de los otros centros internacionales del sistema CGIAR, incrementará el acceso a nuevas fuentes de financiamiento para la mejora del manejo de las colecciones y aumentará el intercambio y uso del germoplasma mantenido en custodia por el CATIE.

3. Potencial de los RFG para la diversificación y mejora de la producción agrícola y forestal

El Plan Estratégico del CATIE define varios elementos claves para contribuir el eje prioritario de obtener seguridad alimentaria, reconversión agrícola y diversificación. Entre estos elementos se encuentran (a) la reconversión y diversificación de cultivos perennes y sistemas agroforestales incluyendo frutas tropicales, café, cacao, Musa, pejibaye y nueces, y (b) la promoción de cultivos anuales, tales como vegetales, mini-vegetales, condimentos, raíces y otros. Elementos claves para contribuir al manejo forestal integrado son la conservación, mejoramiento, manejo, transformación y comercialización de especies maderables y no maderables. Seguidamente se dará algunos ejemplos de cultivos donde el GT MUS-RFG contribuye significativamente al alcance de las metas del Plan Estratégico del CATIE.

¹Grupo Temático "Manejo y Uso Sostenible de Recursos Fitogenéticos", CATIE; Convenio CATIE-CIM

²Grupo Temático "Manejo y Uso Sostenible de Recursos Fitogenéticos", CATIE

3.1 Potencial de los RFG en cacao y logros obtenidos por el GT

Los recursos genéticos conservados en la Colección Internacional de Cacao (casi 800 genotipos diferentes) han sido la piedra fundamental para los logros obtenidos en mejoramiento genético de cacao durante los últimos 40 años. Así, se ha logrado la selección y generación de genotipos superiores, de alta producción y calidad industrial, con resistencia a las principales enfermedades fungosas que más limitan la actividad en el área. Como producto de múltiples experimentos de campo evaluados durante varios años, ya se cuenta con material sobresaliente para continuar con las siguientes fases de pruebas regionales en fincas del productor.

3.2 Potencial de los RFG en café y logros obtenidos por el GT

Aprovechando la enorme diversidad genética en la colección de campo, se realizaron cruces entre materiales silvestres y comerciales bajo un convenio entre CATIE, CIRAD y PROMECAFE. Como resultado de este programa conjunto, se seleccionaron 20 nuevos híbridos que se caracterizan por una mayor productividad, resistencia a la roya y nemátodos y mayor calidad del producto, en comparación con los materiales tradicionales. Estos materiales están siendo multiplicados por medio de la técnica de embriogénesis somática y entregados a productores costarricenses para realizar las pruebas de validación bajo diferentes condiciones agroecológicas. Algunos de estos materiales ya tienen cuatro años de evaluación en campo y son candidatos excelentes para pruebas regionales en todos los países miembros de PROMECAFE.

3.3 Potencial de los RFG en forestales y logros obtenidos por el GT

El CATIE ha obtenido importantes logros en la caracterización de especies tropicales forestales, evaluación de la diversidad y estructura genética de poblaciones arbóreas de importancia económica, además de la formación de profesionales en esta área. El CATIE posee ahora la mayor colección en el mundo de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*). Se ha examinado la estructura y dinámica de la variación genética para una gama de especies dentro de ecosistemas naturales y se han identificado factores importantes que son responsables de repartir la variación dentro de especies centro y suramericanas de árboles forestales. Los estudios realizados sobre el impacto de la deforestación y los métodos de extracción forestal en la diversidad genética de especies importantes por su valor comercial y ecológico permiten establecer políticas nacionales con respecto al uso sostenible de recursos forestales.

3.4 Potencial de los RFG en musáceas y logros obtenidos por el GT

En América Central y el Caribe se genera aproximadamente 11% de la producción mundial de bananos y plátanos. No

obstante, el rendimiento es afectado por la incidencia de plagas y enfermedades, cuyo control aumenta los costos de producción y afecta la economía del pequeño agricultor. El mejoramiento genético en estos cultivos es difícil de realizar debido a la esterilidad y a los altos niveles de ploidía de los cultivares de interés comercial. Para la multiplicación vegetativa, el CATIE ha desarrollado un protocolo de regeneración celular eficiente y confiable con respecto a la estabilidad genética de las plantas producidas por embriogénesis somática. Los cultivares Dátil (AA), el híbrido tetraploide FHIA 23 y el Gros Michel (AAA) sugieren ser altamente estables. También los plátanos del tipo AAB presentan alta estabilidad morfológica. En contraste, en el cv. 'Gran Enano' (AAA) se observó la variante enana que afecta la producción. El dominio eficiente de la regeneración celular es fundamental para el mejoramiento no convencional que se está llevando a cabo por el GT para lograr variedades con resistencia a la sigatoca negra.

3.5 Potencial de otros RFG y logros obtenidos por el GT

Los estudios de caracterización de germoplasma en especies conservadas, tales como *Cucurbita*, *Capsicum*, *Lycopersicon*, *Pachyrhizus*, han permitido determinar la presencia de una alta diversidad genética y fenotípica en las colecciones, la cual es la base para realizar trabajos de selección, premejoramiento y mejoramiento genético. La información generada facilita el uso racional de estos recursos genéticos. Algunos de los materiales seleccionados serán evaluados bajo diferentes sistemas de producción en invernadero y fincas del productor para uso fresco y/o por la agroindustria. Por otra parte, la combinación de genotipos con características particulares permitirá obtener descendencias útiles para solucionar problemas bióticos, abióticos y de calidad que se presentan en el sector agrícola, así como generar nuevos genotipos con características particulares.

En los campos experimentales, ya se están probando sistemas mixtos de producción (cacao con frutales) para poder ofrecer a los productores sistemas diversificados de producción con menos riesgos y una mayor estabilidad económica.

4. Conclusiones

Los ejemplos presentados con varios cultivos demuestran que el acervo genético conservado y valorizado por CATIE representa un recurso estratégico para la diversificación y mejora de la producción agrícola y forestal del pequeño productor. Tanto en cultivos perennes como anuales, el GT MUS-RFG promueve el manejo y uso racional de este importante recurso. Mediante la selección y validación de materiales con resistencia a enfermedades y plagas para sistemas mixtos de producción, el GT contribuye a una producción diversificada, con menos riesgos para el productor y más amigable con el ambiente. Con eso, el GT brinda aportes significativos para fortalecer la seguridad alimentaria y promover los procesos de reconversión y diversificación agrícola.

ARTICULACIÓN DEL MUNDO CAMPESINO CON EL MERCADO

Integración de los enfoques de medios de vida y cadena productiva

Dietmar Stoian¹, Jason Donovan

Conceptos y enfoques para el desarrollo rural

Para los hogares rurales, la tercera onda de globalización que se está manifestando desde la década de 1980 trae consigo oportunidades (mercados alternativos para productos agrícolas y forestales; empleo rural no agrícola) y retos (aumento de la competitividad). En este contexto, los hogares rurales han venido adaptando sus estrategias de vida, en tanto que para los organismos gubernamentales y no gubernamentales aún existe el reto de revisar y reenfocar sus conceptos y enfoques de desarrollo rural. En el proceso post-Río, el concepto de desarrollo sostenible emergió como nuevo paradigma, buscando la reconciliación de metas económicas, ecológicas, sociales e institucionales frente al proceso de globalización. Sin embargo, la vaguedad del concepto ha ocultado más que elucidado las considerables disyuntivas que a menudo existen entre las diferentes metas. En la actualidad, hacen falta conceptos realizables que permitan formular, ejecutar, monitorear y evaluar de manera integral los proyectos y otras intervenciones de desarrollo ante el panorama de creciente globalización, con el hogar rural como punto de partida.

Uno de los principales retos para el desarrollo rural sostenible es el alivio de la pobreza. Con este fin, el desarrollo empresarial rural (DER) representa la opción más prometedora para lograr un impacto significativo. Sin embargo, tanto el sector público como el privado carecen de conceptos y enfoques eficaces para conformar y consolidar iniciativas empresariales rurales, que establezcan un balance cuidadoso entre las actividades con fines de subsistencia y las con fines comerciales de los hogares rurales. Por ello, el proceso de DER debe partir de un análisis de las disyuntivas entre la participación en las iniciativas empresariales y la producción de subsistencia, para definir el grado y la forma óptima de la organización empresarial para la inserción en la cadena productiva.

Este artículo presenta dos enfoques propicios que pueden llenar las lagunas conceptuales con respecto al desarrollo rural en

general, y el desarrollo empresarial rural en particular: el enfoque de medios de vida (*livelihoods perspective*) y el enfoque de cadena productiva (*supply chain perspective*).

El enfoque de medios de vida

Este enfoque nació a finales de la década de 1980, como respuesta a la necesidad de contar con un marco propicio para el análisis integral de las estrategias de vida de los hogares rurales (Chambers y Conway 1991, Bebbington 1999, DFID 1999, WFP 2001). Según Chambers y Conway (1991),

"Un medio de vida comprende las posibilidades, activos (incluyendo recursos tanto materiales como sociales) y actividades necesarias para ganarse la vida. Un medio de vida es sostenible cuando puede soportar tensiones y choques y recuperarse de los mismos, y a la vez mantener y mejorar sus posibilidades y activos, tanto en el presente como en el futuro, sin dañar la base de recursos naturales existente".

El enfoque sirve no solo para la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de proyectos e intervenciones de desarrollo, sino también para la investigación. A diferencia de otros enfoques convencionales que a menudo se concentran en los sistemas productivos o fincas, el enfoque de medios de vida parte del hogar como unidad socioeconómica y analítica, determinando su dotación con las siguientes cinco formas de capital o activos de medios de vida (DFID 1999):

- Capital humano: aptitudes, conocimientos, capacidades laborales y buena salud
- Capital social: redes y conexiones, participación en grupos formales (adhesión a reglas, normas y sanciones acordadas de forma mutua o comúnmente aceptadas, y relaciones de confianza, reciprocidad e intercambios)
- Capital natural: acceso a y calidad de los recursos naturales (agua, tierra, árboles, animales)

¹Autor de contacto: CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; Tel: (+506) 558-2225, Fax: (+506) 556-8514; Correo electrónico: stoian@catie.ac.cr

- Capital físico: infraestructuras básicas y bienes de producción (red vial y medios de transporte, comunicaciones, suministro de agua y energía, edificios, equipos, herramientas)
- Capital financiero: disponibilidad de dinero (ahorros, crédito, pensiones, remesas)

El enfoque de medios de vida parte de esos cinco activos y del contexto de vulnerabilidad, en términos de tendencias (políticas económicas, tecnológicas, sociales, demográficas), choques (desastres naturales; cambios bruscos de precios; conflictos violentos; epidemias humanas, animales y vegetales) y estacionalidad/ temporalidad (de precios, producción, salud, oportunidades laborales). Los choques, tendencias y temporalidad son importantes por sus efectos directos e indirectos, positivos y negativos, sobre los activos de medios de vida. A su vez, estos son moldeados por las estructuras y procesos transformadores, o sea, las instituciones, organizaciones, políticas y la legislación, desde el nivel micro hasta el nivel macro. La influencia mutua entre los activos de medios de vida y el contexto de vulnerabilidad por un lado, y las estructuras y procesos transformadores por el otro, conducen a las metas o logros de medios de vida. Estos pueden variar con las prioridades y necesidades de la población rural: entre mayor sea el ingreso, mayor bienestar, menor vulnerabilidad, mayor seguridad alimentaria y uso más sostenible de los recursos naturales (Fig. 1).

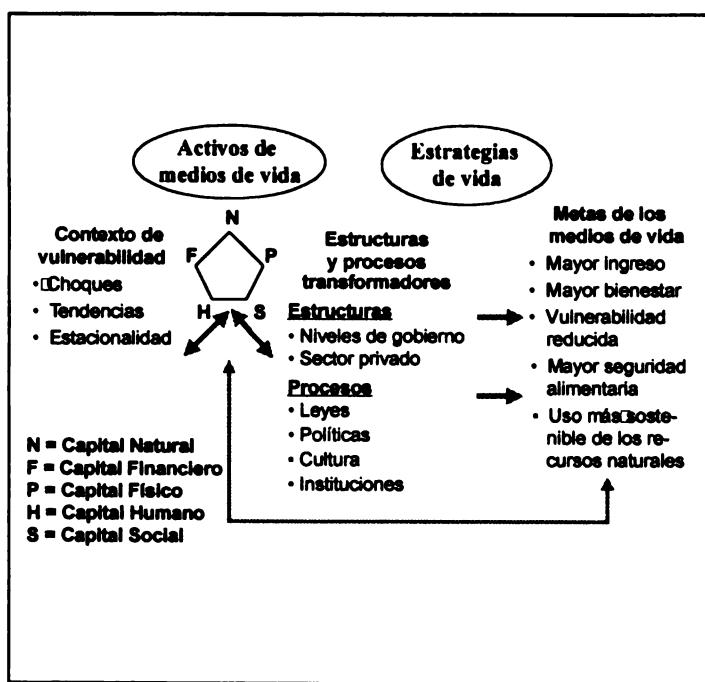


Figura 1. El enfoque de medios de vida según el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID, por sus siglas en inglés), adaptado de Ashley y Carney (1999)

El análisis de medios de vida rurales se ejecuta a nivel del hogar y, de manera agregada, a nivel de comunidad o territorio. Se analiza la combinación y continua recombinación entre las

actividades de subsistencia y actividades comerciales en las estrategias rurales de vida, frente a procesos y estructuras institucionales a nivel meso y macro. De esta manera, el análisis de medios de vida permite determinar la importancia de la producción de subsistencia para la seguridad alimentaria y su combinación con actividades que generan ingresos, tanto a nivel del hogar como a nivel de comunidades o territorios. De esta manera, la resiliencia de los hogares rurales ante desastres naturales, socio-políticos y económicos asume un rol clave en la sostenibilidad de los medios de vida. Al mismo tiempo, el aumento balanceado de los activos de medios de vida puede ser visto como una de las metas principales del desarrollo rural sostenible. Sin embargo, para el desarrollo empresarial rural, la sólida apreciación de los medios de vida de hogares rurales constituye un paso necesario pero no suficiente. La identificación de oportunidades y exigencias del mercado requiere de unidades analíticas más allá de los hogares y comunidades.

Ampliación del enfoque de medios de vida por el enfoque de cadena productiva

La combinación del enfoque de medios de vida con el enfoque de cadena productiva constituye un abordaje innovador para analizar a cabalidad las opciones de los hogares rurales para crear estrategias de vida más resilientes ante choques exógenos y endógenos, e impulsar la evolución de iniciativas empresariales hacia empresas rurales competitivas. El enfoque de cadena productiva permite analizar las oportunidades y exigencias del mercado manifestadas en las cadenas productivas accesibles. Se selecciona(n) la(s) cadena(s) más promisoria(s) en función de los hallazgos del análisis de medios de vida, tomando en

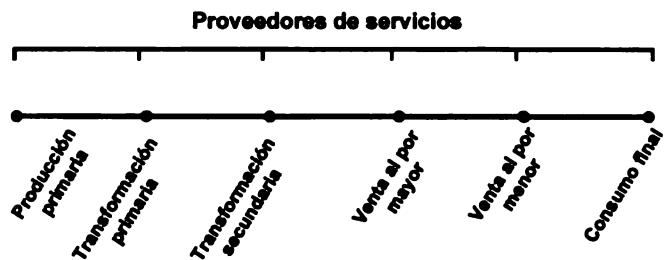


Figura 2. Esquema de una cadena productiva idealizada, diferenciando entre los estabones y los servicios (técnicos, empresariales y financieros) a lo largo de la cadena

cuenta las respectivas disyuntivas en términos de la inversión de los cinco capitales (activos de medios de vida) y su retorno.

El enfoque de cadena productiva es un marco propicio para el análisis de mercado (Gibbon 2000, Kaplinsky y Morris 2001), puesto que la cadena productiva representa la articulación de todos los eslabones, desde la producción primaria, pasando por diferentes niveles de transformación e intermediación, hasta el consumo final, acompañado por los proveedores de servicios (técnicos, empresariales y financieros) de la cadena (Fig. 2).

Conclusiones

- El enfoque de medios de vida provee un marco conceptual y analítico propicio para analizar las estrategias de vida de los hogares rurales, tomando en cuenta el equilibrio dinámico entre la producción de subsistencia y la producción para el mercado.
- Los enfoques de cadena productiva y de medios de vida permiten identificar oportunidades para iniciar y consolidar procesos de desarrollo empresarial rural de pequeños productores.
- La organización de pequeños productores en iniciativas empresariales comprometidas con la producción amigable con el ambiente y la comercialización socialmente responsable, constituye un área donde el desarrollo socioeconómico y la conservación del medio ambiente es genuinamente reconciliable y acorde con el doble objetivo del desarrollo rural sostenible.
- Para América tropical en general, y el CATIE en particular, el desarrollo empresarial rural es clave para lograr un impacto real sobre el alivio de la pobreza rural.

Bibliografía

- Ashley, C; Carney, D. 1999. Sustainable Livelihoods: Lessons from Early Experience. London, UK, Department for International Development (DFID). Disponible en línea: <http://www.livelihoods.org/info/docs/nrcadc.pdf>
- Bebbington, A. 1999. Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development* 27(12): 2021-2044.
- Chambers, R; Conway, G. 1991. Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century. *IDS Discussion Paper* 296. Sussex, UK, Institute of Development Studies (IDS).
- Departamento para el Desarrollo Internacional. 1999. Hojas Orientativas sobre los Medios de Vida Sostenibles. Londres, Inglaterra, DFID. Disponible en línea: http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.html#9
- Gibbon, P. 2000. Global Commodity Chains and Economic Upgrading in Less Developed Countries. *Working Paper Subseries on Globalisation and Economic Restructuring in Africa VIII / CDR Working Paper* 00.2. Copenhagen, Denmark, Center for Development Research (CDR). Disponible en línea: http://www.cdr.dk/working_papers/wp-00-2.pdf
- Kaplinsky, R; Morris, M. 2001. A Handbook for Value Chain Research. Sussex, UK, Institute for Development Studies (IDS), Disponible en línea: <http://www.ids.ac.uk/ids/global/pdfs/vchnov01.pdf>
- World Food Programme. 2001. Natural Resource Management and Livelihoods: From Policy to Practice. Programming Guidance. Rome, Italy, WFP.

CADENA DE VALOR COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE Eco-PyME EN AMÉRICA TROPICAL

Jason Donovan¹, Dietmar Stoian, Ruth Junkin

La última onda de la globalización, que inició alrededor de 1980, conlleva a una integración económica sin precedentes a través de la aceleración de los flujos de comercio, migración, capital e información. Desde la década pasada, las economías de América Latina se han venido integrando cada vez más a la economía global. Colectivamente, los países latinoamericanos han firmado más de 20 tratados bi- y multilaterales de libre comercio y todos participan directamente en las negociaciones del libre comercio bajo los auspicios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA). En la actualidad, los Estados Unidos y varios países de América Central se encuentran en las etapas finales de negociación del Tratado de Libre Comercio Centroamérica - Estados Unidos (CAFTA, por sus siglas en inglés), un acuerdo multilateral para eliminar los aranceles y las barreras no arancelarias. Los avances de la globalización económica implican tanto retos como oportunidades para empresas de diferentes sectores y tamaños. Para aprovechar estas oportunidades, es imprescindible que las pequeñas y medianas empresas (PyME), al igual que las grandes, aumenten su competitividad.

En el contexto del desarrollo rural, la globalización económica ofrece oportunidades especiales a PyME rurales comprometidas con la producción amigable con el ambiente y la comercialización socialmente responsable, o Eco-PyME. Estas empresas pueden aprovecharse de las buenas perspectivas en los mercados especializados de productos agrícolas y forestales, tales como gourmet, orgánico y comercio justo. Un rasgo sobresaliente de los mercados especializados son los sobreprecios que oscilan entre 5 y 50%, o hasta más, dependiendo del producto; además, sus tasas de crecimiento son superiores en relación con los mercados convencionales. En estos mercados, las Eco-PyME tienen ventajas competitivas (habilidades y tecnologías específicas incorporadas a los procesos productivos) frente a las grandes empresas: la pequeña escala de sus operaciones no solo facilita la producción orgánica, sino que es pre-requisito para acceder el comercio justo.

Para posicionarse efectivamente en los mercados especializados, las Eco-PyME deben ofrecer de manera constante volúmenes suficientes de productos de calidad a precios com-

petitivos. Sin embargo, estas empresas a menudo carecen de las capacidades técnicas, gerenciales y financieras para cumplir con estos requerimientos. El aumento de las capacidades requiere de la provisión oportuna de servicios de desarrollo empresarial (SDE). Los proveedores de SDE entre ellos agencias estatales, ONG, consultores privados y asociaciones gremiales pueden jugar un papel clave en la organización de las Eco-PyME y en facilitar su integración exitosa a los mercados especializados. Por lo general, el apoyo brindado se basa en estrategias de mayor valor agregado a los productos primarios y semi-elaborados. Los esfuerzos se dirigen, más que todo, hacia la integración vertical (expansión desde la producción hacia la transformación y/o comercialización) y/o la eliminación de diferentes eslabones en la cadena productiva; principalmente los relacionados con la intermediación. Sin embargo, estas estrategias a menudo no han alcanzado los resultados esperados, debido esencialmente a tres factores: 1) la limitada capacidad de los mismos proveedores de SDE, que se refleja en la carencia de una apropiada visión empresarial; 2) el sesgo en la orientación de los SDE hacia la oferta (donantes, proyectos, ONG) y no a la demanda (Eco-PyME); 3) falta de capacidad y disposición a pagar por los SDE por parte de las Eco-PyME. En consecuencia, el aumento de las capacidades técnicas, gerenciales y financieras necesarias para una integración vertical exitosa ha implicado un proceso de décadas y no de años. Asimismo, los esfuerzos para eliminar los eslabones de intermediación fracasaron, debido a los altos costos de transacción incurridos por las Eco-PyME para identificar y diversificar sus contactos comerciales, realizar la contratación e informarse sobre las normas del comercio regional e internacional.

La necesidad de aumentar la competitividad en plazos más cortos exige a las Eco-PyME rurales y a sus proveedores de SDE identificar vías alternas para el desarrollo empresarial rural. El concepto de cadena de valor se ha desarrollado para responder a la necesidad que las empresas rurales tienen de cumplir con las exigencias de la demanda por productos especializados de alta calidad. La cadena de valor se define como una red estratégica de actores independientes que actúan dentro de la misma cadena productiva. La red estratégica implica que estos

¹ Autor de contacto: CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; Tel: (+506) 558-2217, Fax: (+506) 556-8514; Correo electrónico: jdonovan@catie.ac.cr

actores estén dispuestos a colaborar para identificar objetivos, metas y estrategias comunes, compartir riesgos y beneficios, e invertir tiempo, energía y recursos en mantener estrechas relaciones comerciales. Esta red puede ser horizontal (vinculación entre actores del mismo eslabón) o vertical (vinculación entre actores de diferentes eslabones).

A diferencia del concepto de cadena productiva, donde los diferentes actores compiten entre ellos por optimizar sus beneficios económicos, el objetivo primordial de la cadena de valor es la optimización sistémica, con el fin de lograr metas inalcanzables de manera individual, a través de cooperación, comunicación y coordinación. Para las Eco-PyME, la cadena de valor ofrece, entre otras cosas, la posibilidad de reducir los costos de transacción, lograr más seguridad en las relaciones comerciales y mayor acceso a nuevas tecnologías de producción, información y comunicación.

Por otro lado, la mejora de la competitividad de las Eco-PyME a través de su incorporación exitosa en las cadenas de valor implica retos, tanto para las empresas como para los proveedores de SDE. Con el fin de superar esos retos, es importante que las Eco-PyME:

- Identifiquen sus necesidades en cuanto al desarrollo empresarial y los socios propicios para la conformación de redes estratégicas.

- Asuman una visión sistémica para reconocer las necesidades de otros actores a lo largo de la cadena para el desarrollo de la misma.
- Inviertan en el fortalecimiento de sus capacidades productivas y gerenciales.
- Aprovechen las nuevas tecnologías de información y comunicación para reducir sus costos de transacción.

Por otra parte, el desarrollo de una cadena de valor requiere de proveedores de SDE:

- con una clara orientación a la demanda de Eco-PyME por SDE, con base en conceptos, metodologías y herramientas eficaces
- con enlaces a promotores del comercio alternativo que ofrecen crédito e información sobre ecomercados internacionales.

En CATIE, el Centro para la Competitividad de Eco-Empresas (CeCoEco) ha incorporado el concepto de cadena de valor en su trabajo con proveedores de SDE y Eco-PyME. Para mayor información, favor dirigirse al siguiente sitio web: www.catie.ac.cr/cecoeco

IMPORTANCE OF SILVOPASTORAL SYSTEMS IN LIVELIHOODS OF LIVESTOCK FARMERS AND RURAL POOR IN CENTRAL AMERICA

Muhammad Ibrahim¹, Jose Gobbi², Jairo Mora-Delgado³,
Celia Harvey⁴, Cristóbal Villanueva⁵

Cattle production systems in Tropical Latin America are generally characterized by extensive grazing and low productivity. Traditional cattle production systems are not labor intensive (2-3 field workers/farm) and have a lower demand for labor, compared to other agricultural systems (Ruiz 2002, Gobbi and Ibrahim 2004). Environmental conditions in the Central American tropical areas are inappropriate for production models based on management of grass monocultures, because they lead to land and environmental degradation. More than 50% of established pastures are degraded, which affects livelihood of farmers; so, many small farmers are forced to sell their holdings and migrate to agricultural frontier.

In order that alternatives to extensive grazing are viable, they must fill, at least partially, the biophysical and socio-economic niche occupied by cattle in current farming systems. They should contribute to a reduction of environmental degradation and poverty at the same time as they improve and diversify farm productivity. In this respect, silvopastoral or agrosilvopastoral systems are some of the most promising holistic approaches for sustainable livestock production and may have the greatest probability of early adoption since more than 70% of cattle farmers have some experience on managing trees in their pastures (Souza *et al.* 1999; Villacís 2003). Silvopastoral systems can mimic forest ecosystems to some extent and are of significant value for improving farm productivity and generating environmental benefits to livestock farmers.

The Environmental Livestock Management (ELM) group in CATIE is managing several projects to evaluate the impacts of silvopastoral systems on farm productivity and biodiversity and to determine environmental benefits of these systems. This presentation will analyze how the implementation of silvopastoral systems can enhance livelihoods of farmers and rural poor. The results of the FRAGMENT project showed that socio-economic factors were key determinants in the tree cover of livestock farms. A survey conducted in the Dry Pacific Coast found that 100% of livestock farmers interviewed ($n = 57$) in Rivas,

Nicaragua, depended on tree resources in pastures as a source of fuelwood compared to only 8% ($n = 53$) in Cañas, Costa Rica. In Cañas, small beef farms were characterized with higher tree densities in pastures compared to medium and large scale farms (13.91, 7.15 and 7.13 trees/ha respectively) indicating that small farmers were more dependent on tree resources to diversify farm income and to minimize risk. However, the tree cover on farms is affected by the level of intensification and management intensities; in Río Frío, Costa Rica, cattle farms which use a higher level of inputs were characterized with lower tree densities compared to those with lower inputs (13.6 vs. 26.3 trees/ha) (Villacís 2003).

The Regional Silvopastoral Project is funded by GEF (Global Environmental Facility) and is being implemented in Nicaragua, Colombia and Costa Rica. It is testing how livestock farmers will make decisions towards payment for environmental services, and is developing a methodology for payment of environmental services generated on livestock farms. Some of the working hypothesis that are being tested are: 1) Payment for environmental services will be an incentive for livestock farmers to adopt silvopastoral technologies; and 2) Intensification of livestock farms with the implementation of silvopastoral systems will generate greater income and create a greater demand for farm labor compared to traditional cattle production systems. Preliminary analysis showed that incorporating silvopastoral technologies in the farm increased milk production between 37% and 71% and the number of animals culled augmented between 11% and 53%, both in respect to farms with conventional cattle production systems. In addition, farms with silvopastoral technologies required between 34% and 106% more labor than farms with traditional cattle production systems.

More intensive systems involved a combination of trees with improved pastures, and the conversion of natural and degraded pastures to secondary forest. The use of those systems resulted in a higher total income generated on farms compared to farms that had 70% of the area on secondary forest (Table 1). Farms which

had a higher percentage area under intensive silvopastoral systems (e.g., fodder trees and trees + improved pastures) had a higher demand for labor compared to farms with a large percentage of area under secondary forest (>60%) and those with extensive grazing systems. These results indicate that the conversion of pastures to only secondary forest will provide greater ecological benefits to farmers and communities but may have negative impacts on the livelihoods of rural poor and therefore conservation practices should be designed to improve the well being of farmers and rural poor while contributing to mitigation of environmental degradation.

Table 1. Effect of different combinations of land use systems on total farm income/ha in Nicaragua (mean farm size 123 ha)

Land use option	Natural pastures + trees (%)	Improved pastures - trees (%)	Improved pastures + trees (%)	Secondary forest (%)	Income/ha (US\$)
1			30	70	1060
2			50	50	1850
3		10	50	40	1500
4	10	10	50	30	1593

References

- Gobbi, J; Ibrahim, M. 2004. Creating win-win situations: the strategy of paying for environmental services to promote adoption of silvopastoral systems. In: Proceedings of II International Symposium on Silvopastoral Systems. Mérida, México. 4 p.
- Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Silva de Siles. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In: Memorias de VI Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Cali, Colombia, CIPAV. 8 p.
- Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguas, Nicaragua. MSc. tesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 121 p.
- Villacís, J. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. MSc thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 129 p.

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN AMBIENTES PROTEGIDOS

Un nuevo desafío para el CATIE y sus colaboradores

Luko Hilje¹

1. Introducción

La pérdida de competitividad sobresale entre los múltiples problemas que enfrenta el sector agrícola en América Central y el Caribe, especialmente en momentos en que se ha concretado el tratado de libre comercio (TLC) con los EUA. Esto obedece a varios factores; entre ellos, los altos costos de producción, los bajos rendimientos y la baja calidad de los productos exportables, así como la falta de una oferta constante para satisfacer los mercados.

En el caso de las hortalizas, una buena oportunidad para subsanar algunos de estos problemas es sustituir la producción en campo abierto por aquella en ambientes protegidos, como se ha hecho con éxito con ciertos rubros de exportación muy rentables (helechos, flores, plantas ornamentales y semillas). En años recientes, esta modalidad productiva ha tomado auge en la región. Por ejemplo, en Costa Rica se cuenta con unas 180 ha de hortalizas bajo techo, principalmente de tomate y chile dulce, en manos de 340 productores². Dicho auge se explica por el incremento de la productividad en tales ambientes, la mayor estabilidad de los precios en el mercado, la disminución de los costos de producción (al enfrentar menores problemas con plagas) y el aprovechamiento de importantes nichos de mercado, tanto nacional como internacionalmente.

2. Respuesta del CATIE

En respuesta a dichas demandas, en el marco del Plan Estratégico del CATIE, el grupo PAECA (*Producción Agroecológica de Cultivos Anuales*), capitalizando la trayectoria y experiencias del grupo PECALA (*Producción Ecológica de Cultivos Anuales en Laderas*), que le antecedió, se ha propuesto hacer aportes en este campo, que es nuevo para la región y para el CATIE. Dicho Grupo se inscribe dentro del eje temático de la *agricultura comercial diversificada*, que trata de conciliar los enfoques de *reducción de la pobreza y conservación de los recursos naturales*. A largo

plazo, su objetivo es fortalecer la capacidad nacional y regional de los países miembros de CATIE (con énfasis en América Central y el Caribe) para que los productores desarrollen e implementen sistemas de producción de hortalizas en ambientes protegidos, que sean sostenibles en términos ecológicos y económicos.

3. Desafíos tecnológicos y económicos

Aunque las tecnologías aplicadas para el manejo de cultivos en ambientes protegidos no difieren mucho de las utilizadas a campo abierto, la mayoría provienen de regiones extra-tropicales. Esto significa que hay que hacer un inmenso esfuerzo científico-técnico para validarlas y adaptarlas a las condiciones agroclimáticas tropicales, así como a la realidad socioeconómica de los distintos países de la región. Sin embargo, más allá de los logros científico-técnicos, es necesario y hasta urgente mejorar el posicionamiento y la competitividad de estos sistemas productivos y fomentar el establecimiento de nuevos proyectos tendientes a obtener productos que se inserten en el mercado internacional, para lo cual deben de cumplir con las normas y restricciones que esos mercados demandan en aspectos como la oferta constante, calidad, inocuidad, restricciones fitosanitarias, gestión social y protección ambiental (Estrategia Nacional 2003).

4. Costa Rica como modelo

Si bien el mandato del CATIE es regional, PAECA se decidió iniciar acciones en Costa Rica, por tres razones: a) en este país se concretaron los mayores esfuerzos del grupo PECALA, especialmente en el enfoque de investigación participativa; b) los costos operativos (transporte, viáticos, etc.) son más bajos, por tener el CATIE su sede aquí; y c) cuando PAECA inició sus labores, ya en este país se había creado una *Comisión Nacional de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos*, de carácter institucional, lo cual daba grandes ventajas organizativas.

¹Coordinador del grupo temático *Producción Agroecológica de Cultivos Anuales* (PAECA), Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE.

²COMISIÓN NACIONAL PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE AMBIENTES PROTEGIDOS. 2003. Estrategia Nacional para la Producción en Ambientes Protegidos. Costa Rica. 41 p.

No obstante, se espera que los enfoques y experiencias generadas por PAECA permitan desarrollar un modelo de trabajo participativo en la producción de hortalizas en ambientes protegidos, que sea extrapolable a otros países de América Central y el Caribe, para beneficio de pequeños y medianos agricultores miembros de organizaciones de productores.

En el caso de Costa Rica, para responder de manera concertada a los retos planteados, en agosto de 2002 el Ministerio de Agricultura y Ganadería creó la Comisión antes citada, con miembros de 12 entidades nacionales, para que formula la *Estrategia Nacional para la Producción en Ambientes Protegidos*. Para darle seguimiento a esta iniciativa, se espera instituir el *Programa Nacional para la Producción en Ambientes Protegidos*, orientado por una Comisión Asesora y un Consejo Técnico Interinstitucional, que planifique y respalde profesionalmente los proyectos, y garantice el compromiso de la acción interdisciplinaria y del servicio integrado al sector productivo (Estrategia Nacional 2003).

5. Logros de PAECA

Dentro de dicha Estrategia, se espera que las entidades que participan en el Consejo Técnico Interinstitucional aporten sus fortalezas específicas que se complementen con las de las demás entidades. Una de ellas es el CATIE, a través de PAECA, cuyos logros hasta ahora son:

- a. El grupo tiene una conformación realmente interdisciplinaria (con especialistas de las ciencias sociales y económicas), en gran medida derivada del grupo PECALA.
- b. Aparte de seis proyectos específicos actualmente vigentes, el grupo se ha integrado a través de cuatro tesis de M.Sc. en las que sus miembros han fungido como miembros de Comité, con una visión interdisciplinaria.

- c. Hizo posible que se completara una encuesta sobre el estado actual de tecnologías en sistemas de producción hortícola para el cantón de Turrialba.
- d. En virtud de sus ejes prioritarios: la investigación participativa (con un enfoque de género) y el fomento de la agricultura de bajos insumos (tendiente a la agricultura orgánica), el grupo ha centrado y unificado su quehacer mediante un proyecto piloto financiado por el Proyecto MIP-AF/NORAD, titulado *Mejoramiento del componente de fitoprotección en sistemas hortícolas protegidos*. Para ello se ha organizado y consolidado un grupo de mujeres en el asentamiento campesino La Orieta, y construido un invernadero para la experimentación participativa, bajo el concepto de invernadero-escuela. Para ello se ha trabajado con el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- e. PAECA ha contribuido en la creación de la Comisión Nacional de Ambientes Protegidos, en la que participa de manera activa y permanente.
- f. El grupo lideró la redacción del proyecto *Generación y validación de tecnologías no contaminantes, con métodos participativos, para la producción de hortalizas en ambientes protegidos*, presentado para su financiamiento al gobierno de España, en colaboración con el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), de la Universidad de Costa Rica), todos miembros de la *Comisión Nacional*.

GENETIC DIVERSITY OF THE CACAO PATHOGEN *Moniliophthora roreri* AND INCORPORATION OF SOURCES OF RESISTANCE THROUGH CONVENTIONAL BREEDING

Wilbert Phillips¹, José Castillo¹, Carlos Astorga¹,
Ulrike Krauss², Mike Wilkinson³

Resumen

Moniliophthora roreri es el agente causal de la moniliasis del cacao, uno de los principales factores que limitan la producción de cacao en América tropical. La diversidad genética de 94 aislamientos del hongo colectados en todo su rango de dispersión fue estudiada usando marcadores moleculares AFLP e ISSR. La información colectada se utilizó para relacionar los patrones de diversidad con el origen, biogeografía y mecanismos de dispersión del patógeno. Estos resultados son complementarios a los esfuerzos del CATIE para seleccionar genotipos de cacao de alta producción y resistencia durable a *M. roreri*.

1. Introduction

Moniliophthora roreri causes moniliasis or frosty pod rot in fruits of species belonging to the genera *Theobroma* and *Herrania*. The devastating effects of this fungus on cacao have been dramatic and are well documented across different regions in the nine tropical American countries where the fungus is currently present.

Zadoks (1997) concluded that variability of the different pathogens in cacao is often considerable, but has not yet been satisfactorily explored. This variability is of utmost importance to cacao growers since, at any time, pathotype diversity may undermine the limited inherent resistance present in plantations and so threaten livelihoods by imposing a 'boom-and-bust' economic cycle. So far, this information is still very scarce for *M. roreri* because the few studies on the diversity of this species have been made using a small number of morpho-physiological traits characterized on a limited number of isolates, mostly from Costa Rica (Herrera *et al.* 1989, Ram 1989). Although consensus exists on the great impact that the use of resistant genotypes could have on the control of moniliasis, very few advances have been obtained in this field due

to the lack of continuity of the regional breeding programs and the unavailability of resistant genotypes to be used in these programs.

The studies reported here were carried out to determine the level of molecular diversity of *M. roreri* in its entire geographic range and to use this information to make inferences about the possible origin, mechanism of dispersal and biogeography of the pathogen. The results are complementary with CATIE's efforts to produce durable sources of resistance against moniliasis and other diseases through its breeding program.

2. Materials and Methods

Ninety-four isolates of *M. roreri* were collected from its entire geographical dispersal range and processed using standard protocols for AFLP (GIBCO-BRL/AFLP Analysis System II kit) and ISSR (Charters *et al.* 1996) analyses. Patterns of AFLP and ISSR bands were analyzed as a combined data set. Similarity matrices were compiled using Jaccard coefficient and subjected to UPGMA to generate dendograms. To compare the genetic diversity of *M. roreri* in three areas where the fungus appeared in different historical times, the Shannon's diversity index and the percentage of polymorphic loci were calculated separately for the isolates from Colombia, Ecuador and Central America.

In order to generate and select high-yielding and disease resistant genotypes, CATIE in collaboration with the World Cocoa Foundation and USDA has been conducting a cacao breeding program since 1997. The first step in this program was the identification of a set of clones resistant against *M. roreri* from our Germplasm Collection by using a reliable artificial inoculation method. The resistant clones are the base of the breeding program, which currently comprises eighth field trials where 48 clones, 120 hybrid families and 2 segregating populations are

under study. Different parameters related to yield potential, disease resistance and morpho-physiological characteristics of the genotypes are under evaluation.

3. Results and discussion

The combined molecular analyses of the AFLP and ISSR band profiles revealed that *M. roreri* has a considerable genetic variation across its entire range, although regions of comparative genetic uniformity were also identified in Central Ecuador, Central America and Peru, where apparently only one or very few introductions have occurred.

Contrary to the widely held belief that western Ecuador (Rorer 1918) and/or north-west Colombia (Holliday 1957) hold the centers of origin and diversity for *M. roreri*, the discovery here that the highest level of genetic diversity is found in the middle Magdalena area of Colombia, is more consistent with this area being the center of origin of *M. roreri*. Application of Shannon's diversity index and basing on the percentage of polymorphic loci, demonstrated that the highest levels of genetic diversity are found in Colombia. Ecuador showed intermediate values, although a considerable proportion of this variation originated from two isolates obtained from *T. gileri*. The lowest values of both parameters were observed in Central American isolates where the pathogen has a well-documented recent history.

Five main genetic groups of *M. roreri* were identified, with each exhibiting a characteristic distribution: Bolívar and Co-West groups are widespread, whereas Co-Central and Co-East groups appear to be endemic to Colombia and the Gileri group is seemingly exclusively to an area in northern Ecuador close to the border with Colombia. Indeed, the fact that four of the groups were found in Colombia also supports to the possible origin of *M. roreri* in this country. In comparison, there were three groups identified in Ecuador and only one in Venezuela, Peru and Central America.

Overall, results presented here are more consistent with the dispersal of *M. roreri* throughout Latin America being mediated by human activity. This assertion is most evident among the well-documented spread in Central America. The marked lack of genetic variability among these isolates here, coupled with the rapid and continuing spread of the disease is most suggestive of a single invasive event followed by rapid dispersal mediated by man.

Only a very little proportion (0.01%) of the 600 clones already evaluated against *M. roreri* has shown a considerable level of resistance. The resistant genotypes are the base of the breeding program so that, they have been included in different field trials to test their behavior as clones or as parents of

hybrid families. After a period of 4-5 years of data, some genotypes have been already selected due to their outstanding behavior in terms of high yield, disease resistance and/or precocity. These genotypes will be used to establish regional trials where their behavior will be tested under different environments and against different variants of the pathogen.

4. Conclusions

M. roreri registered a considerable genetic variation in its dispersal range, although genetic uniformity was also identified. The highest levels of variability found in Colombia suggest that *M. roreri* originated in this country, probably within or close to the Middle Magdalena area. From here, the pathogen appears to have dispersed to other places where, by adaptation to the local environmental conditions, acquired particular molecular features that finally gave rise to distinct genetic groups. This information will be very useful to define the next steps in the breeding program.

References

- Charters, YM; Robertson, A; Wilkinson, MJ. 1996. PCR analysis of oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L. ssp *Oleifera*) using 5'-anchored simple sequence repeat (SSR) primers. *Theoretical Applied Genetics* 92: 442-447.
- Herrera, F; Galindo, JJ; Ramírez, C. 1989. Growth and sporulation of *Moniliophthora roreri* on various sources of nitrogen and carbon. *Turrialba* 39: 429-434.
- Holliday, P. 1957. Spread of pod rot of cocoa. *Commonwealth Phytopathological News* 3(1):12.
- Ram, A. 1989. *Biology, epidemiology and control of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) of cacao*. Ph.D. thesis. University of London, England. 286 p.
- Rorer, JB. 1918. *Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao*. Guayaquil, Ecuador: Asociación de Agricultores. pp.17-40.
- Zadoks, JC. 1997. Disease resistance testing in cocoa. A review on behalf of FAO/INGENIC.

¡LAS PLANTACIONES FORESTALES NO HAN DADO DE COMER!

Pasado, presente y futuro del tema plantaciones forestales en CATIE

Álvaro Vallejo¹, Guillermo Navarro², Lucio Pedroni¹

1. Introducción

No puede haber desarrollo sostenible si hay pobreza. La madera no se come y no alivia la pobreza. Plantar árboles es costoso, y los retornos son dudosos y de largo plazo. Se han plantado especies exóticas, agresivas e invasivas. Las plantaciones forestales no se han manejado correctamente y se han perdido; además, consumen agua, degradan los suelos, son malas para la biodiversidad, inútiles para los pobres, peligrosas para el clima, buenas para generar conflictos de uso de la tierra y hasta excelentes para negocios corruptos. Estos son algunos (pre-)juicios sobre las plantaciones forestales en el trópico. No sorprende que muchos donantes se hayan asustado y que ya no sea tan fácil conseguir recursos para la investigación forestal, particularmente para las plantaciones forestales.

Aunque la reforestación masiva surgió en América Latina hace más de 50 años, y fue un tema en auge durante al menos dos décadas, persisten fuertes vacíos relacionados con aspectos técnicos, tecnológicos, económicos, sociales, y hasta institucionales, y continúan los fracasos por fallas en estos aspectos en varios países de la esfera de acción del CATIE. Sin embargo, el mundo consume cada vez más madera proveniente de plantaciones en detrimento de la madera proveniente de bosques naturales. Por otra parte, son cada vez más los productos y servicios ambientales que deberán, por fuerza, ser suplidos por las plantaciones forestales, especialmente si consideramos que en el mundo actual, más y más áreas remanentes de bosque natural tendrán que ser destinadas a la conservación.

¿Cómo se posiciona el CATIE frente a las polémicas alrededor de las plantaciones forestales? ¿Botamos la camisa, pues ya "a nadie le interesa", o repensamos lo hecho para enfrentar los retos, responsabilidades, y el rol que deben cumplir las plantaciones forestales para y con el desarrollo rural de América Tropical? Las circunstancias institucionales particulares del CATIE, así como el entorno internacional son propicios para

discutir el tema y retomar un liderazgo que no deberíamos haber perdido. Podemos identificar tres razones principales por las cuales CATIE tiene que incursionar en el tema de las plantaciones forestales con un nuevo enfoque: (1) Hay evidencias de la importancia económica de las plantaciones forestales y nuevas controversias sobre su rol como fuente de servicios ambientales y bienestar para las comunidades rurales. (2) El tema de plantaciones forestales nos recuerda tareas no concluidas que siguen siendo barreras importantes para entender y orientar su manejo hacia las nuevas funciones que la sociedad demanda. (3) CATIE cuenta con la capacidad para volver a ser líder en este tema.

2. El punto de partida

2.1 Economía

Según el Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales de la FAO (2001), en el año 2000 había 187 millones de hectáreas de plantaciones forestales, con una tasa anual de nuevas plantaciones de 4,5 millones de hectáreas, 500 000 de ellas en Suramérica. Aunque la mayor proporción por especies sigue correspondiendo a algunas coníferas y eucaliptos, la diversidad general en cuanto a número de especies está aumentando con respecto a décadas anteriores. Sin embargo, con la globalización de la economía y los tratados de libre comercio, el acceso a productos forestales podría quedar excluido para ciertos grupos sociales. El establecimiento de pequeñas plantaciones forestales a escala comunitaria para autoconsumo y comercio local pudiera servir como amortiguador para este tipo de efectos.

2.2 Biodiversidad

En muchas circunstancias, la restauración de paisajes forestales degradados no es pensable sin plantaciones forestales. La conservación de la biodiversidad en paisajes agrícolas y urbanos y el establecimiento de corredores biológicos entre ecosistemas forestales naturales tampoco lo son. Por otro lado, las plantaciones comerciales monoespecíficas y de grandes extensiones

¹Grupo Cambio Global, DRNA, CATIE

²Grupo Socioeconomía de Bienes y Servicios Ambientales, DRNA, CATIE

pueden crear barreras, alimentar plagas y enfermedades e invadir los ecosistemas naturales, problemas que no se resolverán por ellos mismos si nadie plantea alternativas.

2.3 Clima

Las plantaciones forestales son la única actividad de uso de la tierra elegible para el Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Hay mucho interés en los países miembros del CATIE por aprovechar este mecanismo, pero muchas barreras para el establecimiento de plantaciones exitosas. La reforestación también puede jugar un papel todavía poco explorado en actividades de adaptación al cambio climático.

2.4 Desertificación

América Latina es una región muy afectada por los procesos de desertificación. Las plantaciones forestales son necesarias para detener la pérdida de suelos, mantener la humedad del suelo, estabilizar dunas, y otras medidas de lucha contra la desertificación. Por otro lado, la ignorancia puede causar que los árboles, las plantaciones y su manejo favorezcan procesos de erosión y desertificación.

2.5 Agua

Es indudable que las plantaciones pueden tener múltiples efectos, tanto positivos como negativos, sobre las cuencas hidrográficas y la disponibilidad de agua en los suelos (Cossalter y Pye 2003). El agua es un recurso crítico, y el número de personas afectadas por problemas de agua en el mundo, incluyendo a América Latina, es cada día mayor.

3. Los nuevos desafíos

Para el CATIE, el tema de las plantaciones forestales plantea desafíos tanto temáticos como institucionales.

3.1 Desafíos temáticos

Es obligatorio para el CATIE abordar los nuevos temas relacionados con las plantaciones forestales (economía global, cambio climático, servicios ambientales, manejo ecosistémico de paisajes), sin dejar de lado los temas tradicionales esenciales para el éxito de cualquier iniciativa. Según Montagnini (2003), las plantaciones forestales tropicales con especies nativas pueden cumplir una función social y económica, proveyendo productos arbóreos con rendimientos relativamente altos (madera, pulpa, leña y otros productos no maderables) y contribuyendo con una serie de servicios ambientales. Para lograr este objetivo, además de la investigación de tipo tradicional sobre nuevas especies y su manejo, es necesario diseñar instrumentos financieros e institucionales novedosos que permitan promover la reforestación de áreas degradadas y el manejo multifuncional de plantaciones forestales. El estudio de las políticas gubernamentales e interna-

cionales (por ejemplo, en el marco de las Convenciones sobre Biodiversidad y Cambio Climático) es un complemento importante. La relevancia de estos temas en el contexto de la discusión internacional actual es indiscutible.

Existe una preocupación permanente respecto al rol que deben tener las plantaciones forestales y otros recursos forestales en las economías de los países del trópico americano, que han devastado la mayoría de sus recursos forestales. En muchos países, las plantaciones forestales son una inversión que no genera un flujo positivo de ingresos hasta que no existe un vuelo forestal con una composición y a una escala que permita el manejo y aprovechamiento sostenido de los bienes y servicios. Las plantaciones forestales son un depósito de capital, y no pueden llevar en sí la carga de luchar por los problemas que requieren soluciones de corto plazo, como el combate contra la pobreza. Las plantaciones forestales en su fase de "preocupación permanente" son una inversión estratégica con la que podemos asegurar a las comunidades rurales riqueza y estabilidad ambiental a mediano y largo plazo. Para que se entienda mejor, las plantaciones forestales se asemejan más a una pensión de retiro, mientras de que otros usos agropecuarios de la tierra son responsables por la producción de salarios e ingresos netos.

3.2 Desafíos institucionales

Además de entender los desafíos temáticos, el CATIE debe lograr un financiamiento adecuado para poder desarrollar un programa de investigación y transferencia con horizontes temporales y espaciales suficientes para asegurar un impacto. Para lograr este objetivo, vemos las siguientes posibilidades: (1) Insertar temas de investigación en plantaciones forestales como componentes de nuevas propuestas de proyecto (sobre manejo de cuencas, captura de carbono, adaptación al cambio climático, bosque modelo, etc.). (2) Capitalizar resultados de proyectos basados en nuevas propuestas (Mirasilva, Silvia, red de parcelas permanentes, bases de datos, etc..), lo cual implica hacer más visibles estos resultados a lo interno y externo de la institución. (3) Utilizar medios de difusión más modernos (software e Internet en lugar de documentos impresos y tesis) para sistematizar los resultados de proyectos pasados y llevarlos a los usuarios.

4. La historia

En América Central, CATIE ha sido líder en el tema de las plantaciones forestales. El banco de semillas tiene ya 37 años de prestar servicios. En los años ochentas, CATIE lideró varias iniciativas, como el proyecto Madeleña, del cual el resultado más concreto lo representan los informes sobre silvicultura para seis países: Panamá, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, El Salvador y Honduras. Asimismo, investigaciones del CATIE y

otras instituciones costarricenses, han generado información valiosa sobre crecimiento, productividad, acumulación de biomasa y aspectos financieros de especies arbóreas nativas y exóticas en plantaciones puras y mixtas en el trópico húmedo.

Sin embargo, después de varias décadas de investigación, los resultados son apenas un punto de partida, ya que hay ausencia de estudios básicos sobre adaptación de especies, crecimiento y manejo. Muchos de estos estudios terminaron cuando las plantaciones eran jóvenes, o se basaron en plantaciones muchas veces abandonadas, con la consecuencia de contar con modelos de crecimiento y sistemas de manejo sólo aplicables a las primeras etapas de las plantaciones. Además, desafortunadamente buena parte de la información generada tiene poca o ninguna difusión, y ha terminado perdida en los archivos de proyectos, tesis, impresos y bases de datos poco accesibles para el público de la región.

Sea cual sea el objetivo de las plantaciones forestales desde el simple enriquecimiento de rastrojos, la recuperación de suelos degradados, o la protección de suelos hasta la más intensiva de las plantaciones, pasando por captura de carbono, conservación de especies amenazadas, reconexión de ecosistemas fragmentados, oferta de servicios ambientales, sombra a cultivos siempre será necesario que sean establecidas con criterios técnicos sólidos. En este contexto, numerosos temas clásicos continúan siendo necesarios: mejoramiento genético de especies prioritarias, definición de protocolos de recolección de semillas de especies forestales, tecnificación de la producción de plantas, definición de mejores técnicas para la selección de sitios y desarrollo de los requerimientos ambientales sobre especies prioritarias, incorporación de nuevas tecnologías a nivel de vivero, preparación de sitio, establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento de plantaciones forestales. Además se requiere mayor información sobre las prescripciones para fertilización y ejecución de raleos.

Sin lugar a dudas una de las ventajas comparativas que tienen los trópicos americanos respecto al resto del mundo es la producción de plantaciones forestales de maderas tropicales semi-duras y valiosas y con servicios ambientales como la acelera-

da fijación de carbono y la protección de la biodiversidad tropical. Las plantaciones forestales tienen un rol importante para ayudar a asegurar un desarrollo rural estable y generador de riqueza y valor agregado a las fincas a mediano y largo plazo. Por otro lado, CATIE cuenta con ventajas comparativas como institución para retomar el liderazgo en la región, por su experiencia en plantaciones forestales, capacidad de tomar en cuenta aspectos socioeconómicos, servicios ambientales, análisis económicos y de inversiones, así como incorporar aspectos de biodiversidad, cambio climático, participación en la elaboración de políticas forestales, certificación y PYMES comunitarias de plantaciones forestales, el rol de las plantaciones forestales en los medios de vida rurales, y de manejo de aguas y cuencas hidrográficas, sin olvidarse de su capacidad de transferencia de tecnología a través de la escuela de postgrado, actividades de capacitación y publicaciones.

Agradecimiento

Los autores agradecen a Baastian Louman, Carlos Navarro, Dietmar Stoian, Edgar Víquez, Francisco Alpízar, Glenn Galloway, José Joaquín Campos, Róger Villalobos y William Vásquez por sus valiosos aportes para la preparación de este resumen de ponencia.

Bibliografía

- Montagnini, F. 2003. Savia. Red Latinoamericana de Bosques (RLB) y Red Forestal Amazónica.
- FAO. 2001. Situación de los bosques del mundo. Documento en línea consultado el 17.11.2001 en <http://www.fao.org/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm>.
- Cossalter, C; Pye Smith, C. 2003. Fast-Wood Forestry, Myths and Realities. Documento electrónico, consultado en http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/books/forestperspective.pdf

MIP EN MANOS DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS

Retos para el CATIE y sus socios en la región centroamericana

Falguny Guharay¹, Elida Méndez²

Summary

IPM in the Hands of Peasant Families: challenges to CATIE and its partners in the Central American region
 CATIE has been implementing during 10 years an Integrated Pest Control Management program in Nicaragua, funded by NORAD. This program has collaborated with local and national institutions to strengthen national capacity to implement ecologically friendly and participatory IPM practices. The program has been developing working methods to reorient training and research to farm family capacity to harness ecological processes in their farming practices. The pilot work suggests a pivotal role for CATIE in Central America in the articulation of international alliances for improved strategic research with field-based learning networks for the management of ecological variability.

1. Introducción

Las familias campesinas y las comunidades rurales de Nicaragua y países de la región centroamericana enfrentan una fuerte variabilidad e incertidumbre en la producción de sus sistemas agropecuarios debido a los efectos de fenómenos como huracanes y sequías, aparte de la variabilidad meteorológica normal. Esto, aunado a la fluctuación de los precios y la diversificación de los mercados, ha incidido en el desarrollo de los cultivos, las prácticas de manejo y la dinámica de los agroecosistemas. En la última década se han implementado diferentes enfoques para mejorar la producción de los sistemas en estas condiciones, con el respaldo de algunas escuelas de pensamiento como la revolución verde, los ambientalistas y el desarrollo rural. No obstante, todavía no se ha determinado el impacto de cada uno de ellas en la capacidad real de los productores para enfrentar la variabilidad agrícola. En los sistemas agrícolas nacionales de Centroamérica predomina un modelo linear de transferencia de tecnologías que deja poco espacio a la participación activa de los productores.

El programa de Manejo Integrado de Plagas en Nicaragua, ejecutado por CATIE durante el período 1989-2003 con financiamiento de NORAD, ha venido desarrollando metodologías de trabajo para fortalecer la capacidad de las familias campesinas para adaptar prácticas de control de plagas, que les permitan enfrentar con éxito el manejo de los sistemas agrícolas y los recursos naturales. El programa MIP ha impulsado el fortalecimiento de la capacidad nacional, mediante el trabajo interinstitucional con una variedad de colaboradores. La meta es determinar, en primera instancia, cómo hacer el MIP más eficaz para los agricultores, y luego cómo multiplicar el aprendizaje.

2. Metodología

Durante la primera fase del programa (1989-1994) se trabajó con investigadores nacionales para generar y validar tecnologías para plagas de cultivos prioritarios y paquetes MIP. También, se desarrollaron procesos participativos de generación de tecnologías en parcelas de manejo con la colaboración de agricultores, extensionistas e investigadores. En la segunda fase (1995-1998), se enfatizó en el trabajo interinstitucional y multidisciplinario de especialistas y extensionistas para promover la implementación del MIP con grupos de agricultores en forma participativa por etapa fenológica del cultivo. Al terminar la segunda fase, el programa había llegado a más de 9000 familias productoras, 400 extensionistas, 50 especialistas en MIP y más de 50 decisores institucionales. Sin embargo, el equipo consideró que no se estaban logrando los cambios deseados en las prácticas de los productores. En la tercera fase (1998-2003), el programa se propuso una implementación más amplia de MIP combinado con agroforestería, a partir de las lecciones aprendidas en las fases anteriores.

Para desarrollar el modelo de implementación masiva de MIP en la tercera fase, el programa se vinculó con más de 70 instituciones nacionales, con el fin de crear una plataforma interin-

¹ Líder del Programa CATIE/MIP-AF

² Especialista en Agroecología

stitucional que tuviera como eje a las familias productoras. Los elementos claves del modelo fueron: un proceso grupal-participativo de los agricultores, basado en la observación y experimentación por etapa de cultivo; el estudio de los procesos ecológicos; una capacitación paralela a los extensionistas en ecología y métodos de trabajo con los agricultores, durante tres ciclos de campo consecutivos y un ciclo de consolidación; la conformación de grupos interinstitucionales de científicos y capacitadores con una agenda de capacitación e investigación vinculada con el manejo de la variabilidad agroecológica por parte de los agricultores; la planificación y monitoreo interinstitucional de la capacidad para implementar MIP, mediante la formulación de pequeños proyectos por parte de las instituciones co-ejecutoras.

3. Resultados

En Nicaragua, más de 8.000 familias productoras (25% mujeres) han participado en procesos de aprendizaje y experimentación por etapa del cultivo. Esto refleja un incremento sustancial en el desarrollo de habilidades claves para mejorar la planificación y la toma de decisiones, mediante la incorporación del componente ecológico al manejo de sus sistemas agrícolas. Estos agricultores han utilizado con mayor frecuencia prácticas alternativas para el manejo de plagas y cultivos, en comparación con los agricultores que no han participado; con ello se ha logrado una reducción promedio del 50% en el uso de plaguicidas en cultivos de café, hortalizas y frijol y un ahorro significativo en los costos de producción, sin afectar calidad ni rendimiento. Más de 300 extensionistas (15% mujeres) participaron en la capacitación de manejo del cultivo por etapas; esto les permitió mejorar sus capacidades en aspectos como: ecología de plagas, formulación de proyectos, métodos participativos, género y familia. Sin embargo, se considera necesario ofrecer mayor capacitación para mejorar las habilidades de las personas que trabajan en extensión. Más de 70 profesionales

(30% mujeres) que trabajan para instituciones y proyectos de enseñanza, investigación y desarrollo han participado activamente en la capacitación por etapas de cultivo ofrecidas a extensionistas. Estos profesionales trabajaron en grupos para desarrollar un banco de datos sobre el estado de comprensión y uso del MIP entre agricultores, extensionistas y especialistas. La planificación y monitoreo interinstitucional de la capacidad de implementación de MIP permitió el desarrollo de planes a escala nacional y en cinco regiones y seis grupos temáticos, lo cual facilitó la formación de vínculos para el trabajo de capacitación de campo con los líderes institucionales. Las instituciones claves conformaron un Comité Nacional MIP que informa a los decisores institucionales, el cual es reconocido por el Ministerio de Agricultura como un cuerpo consejero oficial.

4. Conclusiones

Las principales lecciones aprendidas con el programa MIP en Nicaragua nos permiten afirmar que: 1) el razonamiento ecológico de los agricultores debe complementarse con una formación empresarial que les permita tomar mejores decisiones en comercialización y mercadeo; 2) el desarrollo tecnológico no es suficiente para lograr impactos en el desarrollo agrícola, también deben tomarse en cuenta los fenómenos sociales y políticos de la región; 3) es necesario fortalecer la planificación multisectorial, que fortalezca las habilidades de las familias y organizaciones en el desarrollo de técnicas productivas y estrategias de mercadeo con el apoyo del sector privado y del gobierno.

Estos aprendizajes sugieren un papel clave para el CATIE en América Central, como enlace de alianzas internacionales de investigación estratégica con redes en el campo para encontrar una relación más efectiva entre los procesos agroecológicos, el aprendizaje de las comunidades rurales y los sectores privados y públicos.

CAPACITACIÓN PARTICIPATIVA SOBRE MANEJO DE CAFÉ Y SUS RESULTADOS EN TRES REGIONES DE CENTROAMÉRICA

Jeremy Haggar¹, Amílcar Aguilar¹, Lutgarda Barahona¹, Charles Staver¹, Elías de Melo¹, Ramón Mendoza¹, Julio Monterrey¹

Summary

Participatory training methods developed in Nicaragua were tested in three other zones of Central America (Trifinio, the border zone between Guatemala, Honduras and El Salvador; Eastern Honduras, and Southern Costa Rica plus Turrialba). Among 20 - 35 technicians from national coffee institutes and local development organizations, and 150 - 450 farmers were trained per zone. Both groups learned agroecological diagnostic tools that enabled farmers to make changes in the management of their coffee plantations, reducing the use of agrochemicals while maintaining yields. This contributed to farmers maintaining net family income from coffee with a greater investment in family labor, though.

1. Introducción

Durante los últimos diez años, se ha venido implementando un programa de manejo integrado de plagas basado en el entendimiento de los procesos ecológicos para tomar decisiones oportunas que consideren la variabilidad local. El modelo prevé que los extensionistas, por medio de procesos de capacitación participativa, fortalezcan las capacidades y habilidades de los productores/as. Este modelo fue implementado en

Nicaragua entre 1999 y 2002. En ese período se capacitó entre 157 y 165 extensionistas por año, quienes a su vez han capacitado entre 3800 y 4800 productores anualmente. En seis eventos por año, los participantes intercambiaron experiencias sobre el estado de sus cafetales, y registraron y analizaron los datos para decidir las mejores opciones de manejo a implementar. La temática de capacitación cubrió también temas relacionados con la calidad del café, manejo de suelos y manejo de subproductos del beneficiado húmedo. Aunque la producción sigue siendo baja (650 kg/ha), al concluir el tercer ciclo de capacitación, entre 40-60% de los productores/as del norte de Nicaragua habían aumentado la producción de sus parcelas con respecto al ciclo 1999-2000. A partir de 2000 se inició la prueba de las metodologías en zonas piloto en otras partes de Centroamérica.

2. Metodología

Las zonas piloto se seleccionaron en colaboración con PROMECAFE, y se implementaron en colaboración con ANACAFE, IHCAFE, PROCAFE, ICADE, la Comisión Trinacional Plan Trifinio, PRODERT, PRODERCO y otras ONG y asociaciones de productores en los países (Cuadro 1).

Cuadro 1. Participación en los procesos de capacitación en Centroamérica

Zonas piloto	Países	Instituciones		Especialistas y extensionistas		Productores			
		2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Trifinio	Guatemala								
	El Salvador	11	10	24	18	296	254	50	15
	Honduras								
Oriente de Honduras	Honduras	15	14	36	29	483	345	107	82
Costa Rica	Costa Rica	7	8	-	18	-	145	-	6
Total	Cuatro países	33	31	60	65	779	744	157	103

¹Programa MIP-AF NORAD, CATIE, Apdo P-116, Managua, Nicaragua. Contacto: Jhaggar@ibw.com.ni

En cada zona se formaron equipos de capacitadores, quienes diseñaron y desarrollaron un currículo de capacitación para extensionistas y productores. El proceso incluyó un diagnóstico al inicio del proceso y evaluaciones anuales entre los extensionistas y los grupos de familias productoras.

3. Resultados

Entre 15-50% de los productores usaron las herramientas de diagnóstico introducidas por el programa para mejorar la comprensión de los procesos ecológicos en los cafetales y mejorar sus decisiones de manejo (Cuadro 2); sin embargo, en la mayoría de los casos las herramientas no pasaron a formar parte de la rutina de manejo.

Los productores redujeron el uso de agroquímicos, pero probablemente esto se debió a la caída de precios del café. Al menos en los casos de manejo de enfermedades y malezas se incrementó el uso de prácticas de manejo cultural (Cuadro 3)

Cuadro 2. Porcentaje de productores que usaron herramientas de diagnóstico

Herramienta agroecológica	Trifinio		Honduras		Costa Rica	
	2001	2002	2001	2002	2001*	2002
Recuento integral de plagas	56	20	27	52	14	24
Diagnóstico productivo	33	17	23	20	17	15
Diagnóstico de sombra	38	n.d.	35	45	n.d.	24
Inventario de árboles	27	46	35	45	29	50
Registro de costos	27	41	30	31	37	43

A pesar de la reducción en uso de agroquímicos, la mayoría de los productores logró mantener o aumentar levemente su producción (Cuadro 4). Los productores lograron bajar sus costos principalmente en mano de obra pagada, remplazándola con mano de obra familiar. Esto contribuyó a aumentar los ingresos netos de la familia, pero en la mayoría de los casos se redujo el ingreso por día familiar laborado.

4. Conclusión

La capacitación ofrecida ha ayudado a los productores a enfrentar los bajos precios del café, que no permiten un uso intensivo de agroquímicos. Sin embargo, se requieren cambios culturales en el manejo del café para mantenerse productivo. La mayoría de los productores capacitados mantuvo su producción mientras que a nivel nacional la productividad bajó.

Cuadro 4. Costos e ingresos por producción de café en Centroamérica (US\$ por finca)

	Guatemala		El Salvador		Honduras		Costa Rica	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Mano de obra contratada	1000	500	235	400	2100	740	2250	1625
Insumentos	330	300	180	260	900	840	810	620
Total de costos	1330	800	415	660	3000	1580	2860	2245
Ingresos	2250	2470	505	790	12,200	7600	4040	4500
Ingreso neto	920	1670	90	130	9200	6020	1180	2255
Mano de obra familiar (días)								
	38	108	32	45	96	102	146	203
Ingreso por día	24.2	15.5	2.8	2.9	96	59	8.1	11.1

Cuadro 3. Cambios en el manejo de café por parte de los productores participantes

	Trifinio			Honduras		Costa Rica	
	2000	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Manejo de broca							
Aplicación de insecticida	37	15	9	8	3	n.a	n.a.
Repela y pepena de granos	42	36	27	25	24	n.a.	n.a.
Manejo de enfermedades							
Aplicación de fungicida	37	16	19	22	7	23	13
Regulación de sombra	15	32	45	34	33	63	74
Manejo de malezas							
Aplicación de herbicida	44	36	14	34	15	49	41
Manejo selectivo de hierbas	2	26	n.d.	n.d.	24	n.d.	n.d.
Fertilización							
Fertilización química	92	65	81	56	39	68	65
Fertilización orgánica	1	15	8	n.d.	19	0	8

GENETIC RESOURCES OF *Cedrela odorata* AND THEIR EFFICIENT USE IN MESOAMERICA

Impact of research in policy

Carlos Navarro¹

The general objective of this work is to assess the genetic resources of Spanish cedar (*Cedrela odorata* L.) and study possibilities for using them efficiently. It is a highly valued forest species, chiefly because of its high quality wood. For that reason, it has been severely extracted in natural forests and is considered endangered in Mesoamerica.

This work examines genetic diversity and population differentiation of *C. odorata* genetic resources from several countries in Mesoamerica. It also surveys the plantation of field experiments and conservation gardens.

In the present study within-population variability in molecular markers and in quantitative traits were not correlated over populations. The amount of interpopulation differentiation was higher for molecular markers ($F_{ST} = 0.67$) than for quantitative traits ($Q_{ST} = 0.30$), suggesting that the deviation in the quantitative traits was less than could have been achieved by genetic drift alone. However, pair-wise population comparisons of marker genes and quantitative differentiation exposed a high positive correlation ($r = 0.66$), signifying that the degree of divergence in the molecular markers can be used to predict the degree of population differentiation in quantitative traits.

The progeny-provenance tests and agroforestry experiments indicated that all variables studied showed significant differences between provenances. The best performing provenances showed outstanding ratings for diameter and height growth, insect resistance and single stem regrowth after insect attack.

The coffee mixtures that provided the best environment for the growth of *C. odorata* consisted of mature coffee trees with *C. odorata* trees planted between the coffee rows. The

attack of the shoot borer *Hypsipyla grandella* was also more inhibited in mixtures containing mature coffee bushes than in recently planted or pruned (to 30 cm from the base) bushes. The number of shoots that re-sprouted following attack by the shoot borer was significantly lower in the blocks where *C. odorata* was planted within the coffee rows because of the strong lateral competition between the *C. odorata* trees and the coffee branches, as well as the lateral shade they provided. Agroforestry systems using mixed plantings of *C. odorata* and coffee can provide a good economical option for conserving populations of Spanish cedar.

Two of the challenges to overcome in the management of the broad-leaved forests with Spanish Cedar and other valuable trees are increasing the harvest and commercialisation of several species, in order to decrease excessive pressure on the utilisation of the traditional valuable timber species and to establish plantations of such species both in agroforestry and mixed plantations.

Conservation work will require a coordinated effort among all the Mesoamerican countries, where farmers will participate in conserving, planting and managing forests that contain *C. odorata* and *Swietenia macrophylla*.

Policies to develop community forestry projects for conservation on-farm (*circa situ*) should be promoted; a good example of that is the recent law to promote restauration of those species in Costa Rica. Such projects could be developed within the framework of the Mesoamerican Biological Corridor. Given its socio-economic importance, my results highlight the need for future studies encompassing the natural distribution of the species including the yet unstudied populations in South America.

INDEPENDENCE OF GENETIC DISEASE REACTION TOWARDS *Phytophthora palmivora* AND *Crinipellis roreri*, AND POPULATIONS OF EPiphytic, ANTAGONISTIC FUNGI IN COCOA¹

G. Martijn ten Hoopen², Philo Aisa^{3,4}, Tim Stirrup^{3,5},
Ulrike Krauss³

Resumen

Independencia de la reacción genética hacia *Phytophthora palmivora* y *Crinipellis roreri* y poblaciones de hongos epífiticos, antagonistas en cacao. El objetivo del presente estudio fue establecer una comparación entre poblaciones de hongos micoparasíticos en híbridos de cacao con diferentes reacciones genéticas hacia *P. palmivora* y *C. roreri*. Se utilizaron híbridos del programa de mejoramiento genético del CATIE y se cuantificaron los micoparásitos epífiticos. Los géneros *Clonostachys*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Trichoderma* predominaron. No se observaron diferencias entre árboles susceptibles, intermedios o resistentes ni entre clases de reacción. Se concluyó que la reacción genética y las poblaciones de hongos antagonistas son dos fenómenos diferentes. Su aplicación conjunta en un manejo integrado debería resultar en efectos aditivos.

1. Introduction

Black pod, caused by *Phytophthora* spp., is the cocoa (*Theobroma cacao* L.) disease that causes the most losses worldwide, estimated at US\$ 423 million. Frosty pod, caused by *Crinipellis roreri*, is in third place only after witches' broom, two diseases currently restricted to the New World. Frosty pod, however, is an invasive and extremely destructive disease, frequently leading to total destruction of cocoa pods.

Genetic disease resistance and biocontrol are two important control options in the management of black pod and frosty pod. Their simultaneous employment in integrated disease management requires knowledge of the interaction between cocoa genotypes and potential antagonists of these pathogens. The

objective of this study was to compare the populations of mycoparasitic fungi naturally found on cocoa hybrids with a differential reaction to *P. palmivora* or *C. roreri* and to relate mycoparasite abundance to the disease reaction of the germplasm.

2. Materials and Methods

The cocoa hybrids are part of CATIE's on-going breeding programme. Disease reaction categories were defined according to Lainez (1991) and W. Phillips (pers. comm.). Mycoparasites were isolated quantitatively from cocoa flowers using agar plates pre-colonised with the respective pathogen as baits. Their counts were compared using a general linear model for Poisson-distributed data with a hierarchical (nested) arrangement, where the disease reaction classes represented the upper level and individual trees of the segregating F1 population within each reaction class, the lower level.

3. Results

The F1 generation of the hybrid Catongo x Pound 12 segregated into trees with a susceptible, intermediate or resistant reaction to *P. palmivora*. The three categories supported similar numbers of total mycoparasites ($0.134 < P < 0.788$) and of the predominant mycoparasite genera (*Clonostachys*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Trichoderma*) ($0.057 < P < 0.870$). One susceptible tree supported significantly ($P=0.042$) more total mycoparasites than one intermediate and one resistant tree with low mycoparasite populations (arrowed in Fig 1). No other differences between individual trees were found ($0.057 < P < 0.992$).

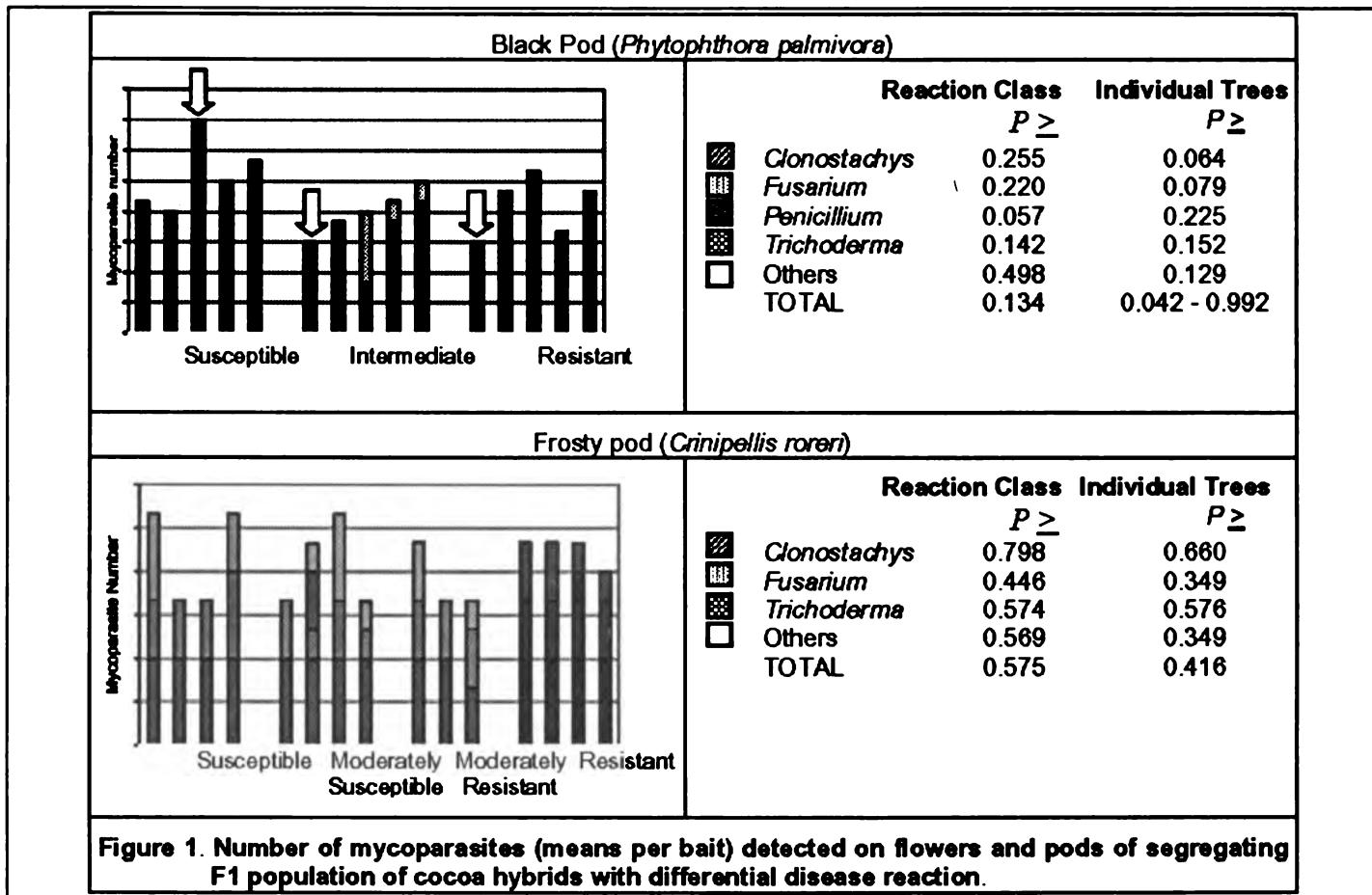
¹This research was funded by USDA-ARS and DGIS and managed by CABI Bioscience and CATIE. The work formed part of two training placements which were supported by the BCCCA, Cocoa Research UK and ACRI. We thank W. Phillips for useful discussion.

²CABI-CATIE-DGIS, c/o Unidad de Fitoprotección, Departamento de Agricultura y Agroforestería, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7170 Turrialba, Costa Rica.

³CABI-CATIE-USDA, c/o Unidad de Fitoprotección, Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

⁴Cocoa and Coconut Research Institute of Papua New Guinea, Tavilo Centre, P. O. Box 1846, Rabaul, East New Britain Province, Papua New Guinea.

⁵Current Address: The School of Biological Sciences, Biomedical Sciences Building, Bassett Crescent East, Southampton, SO16 7PX, UK.



The F1 progeny of various crosses between CATIE-1000, CC137, CCN-51, ICS-95, UF-273 and UF-712 were categorised as susceptible, moderately susceptible, moderately resistant and resistant towards *C. roreri*. Again, these classes supported similar populations of total mycoparasites ($0.575 < P < 0.891$) and the principal taxa (*Clonostachys*, *Fusarium* and *Trichoderma*) ($0.446 < P < 0.992$). No differences between individual trees were found ($0.416 < P < 0.992$) (Fig 1).

4. Discussion

Different raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars supported different population levels of *Clonostachys rosea* (Yu and Sutton 1999). In cocoa, Blaha and Paris (1987) hypothesized that epiphytic bacteria mediated the reaction of cultivars to *Phytophthora megakarya*. In our study, we found genetic disease reaction to be independent from total epiphytic mycoparasite abundance and taxonomic spectrum of the antagonists over a range of several different crosses and progeny selected for resistance to two different diseases. Under the assumption that the abundance of native antagonists on a cultivar is an indication of the populations of applied biocontrol agents this cultivar can support, this finding has two important implications for integrated disease management. First, as independent phenomena, genetic disease resistance and biocontrol should lead

to additive effects when applied together. Thus, moderate levels of horizontal resistance can be supplemented by achievable levels of biocontrol efficacy. Secondly, a single biocontrol inoculum can be suitable for a field with a mixture of cultivars.

5. Conclusions

We conclude that genetic disease resistance to black pod and frosty pod, and natural mycoparasite abundance are independent disease control mechanisms. Therefore, their simultaneous use in integrated disease management should lead to an additive effect.

References

- Blaha, G ; Paris, N. 1987. Examen en microscopie électronique de l'aspect externe des cabosses du cacaoyer saines ou infectées par *Phytophthora megakarya*. Café Cacao Thé 31 : 23-33.
- Laínez M., JR. 1991. Estudio de la descendencia del cruce interclonal de cacao "Catongo Pound 12" bajo condiciones de Turrialba, Costa Rica. M.Sc. Thesis, CATIE, Costa Rica.
- Yu, H; Sutton, JC. 1999. Density dynamics of *Gliocladium roseum* in relation to biological control of *Botrytis cinerea* in red raspberry. Canadian Journal of Plant Pathology 21: 23-32.

DIFERENCIACIÓN GENÉTICA DE *Mycosphaerella fijiensis*, AGENTE CAUSAL DE LA SIGATOKA NEGRA DE LAS MUSÁCEAS EN LOS TRÓPICOS

Gonzalo Galileo Rivas-Platero¹, Marie F. Zapater²,
Catherine Abadie³, Jean Carlier²

Summary

Black leaf spot disease (black sigatoka) is the principal constraint of *Musa* production in the world. The founder effects detected in the global population structure of *M. fijiensis* reflected rare migration events among continents through movements of infected plant material. The main objective of this work was to infer gene flow and dispersal processes of *M. fijiensis* at the continental scale from population structure analysis in recently invaded regions. Samples of isolates were collected from banana plantations in 13 countries in Latin America and the Caribbean and in Africa. A total of 705 isolates were analysed. The isolates were analysed using polymerase chain reaction-restriction fragment length poly-morphism (PCR-RFLP) and microsatellite molecular markers. A high level of genetic diversity was kept at the plantation and the plant scales. The loci were at gametic equilibrium in most of the samples analysed, supporting the hypothesis of the existence of random-mating populations of *M. fijiensis*. A low level of gene diversity was observed in some populations from the Africa and Latin America -Caribbean regions. A high level of genetic differentiation was detected between populations from Africa ($F_{ST}=0.19$) and from the Latin America -Caribbean region ($F_{ST}=0.30$). The results show that founder effects accompanied the recent invasion of *M. fijiensis* in both regions, suggesting stochastic spread of the disease at the continental scale. This spread might be caused either by the limited dispersal of ascospores or by movements of infected plant material.

Keywords: bananas, founder effects, genetic population structure, *Mycosphaerella fijiensis*

1. Introducción

El hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* (anamorfo *Paracercospora fijiensis*) es el agente causal de la enfermedad de la raya negra del banano (BLSD) o sigatoka negra, como se

le conoce comúnmente; esta es la enfermedad foliar más limitante en la producción de este cultivo (Stover y Simmonds 1987). La cronología de la enfermedad destaca diferentes registros alrededor del mundo, aunque pareciera que se originó en el Sudeste Asiático, al igual que *M. musicola* que causa la sigatoka amarilla. En América Latina, la enfermedad apareció en Honduras en 1972 (Mourichon y Furlerton 1990), y desde entonces se ha diseminado progresivamente a otros países del continente y de la cuenca del Caribe. Entre 1973 y 1980, severas epidemias ocurrieron en Honduras, Belice, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica. En 1981 apareció en México, Panamá y Colombia, y en 1986 en Ecuador. En la década siguiente se registró en Cuba (1990), Venezuela (1991) y Jamaica y República Dominicana (1995-96). Los últimos registros han sido en Brasil (1998) (Jones 2000) y Haití (2000) (Zapater y Mourichon, datos no publicados). En el continente africano, BLSD se registra por vez primera en Zambia (1973) y Gabón (1978); posteriormente la enfermedad se ha diseminado en toda la franja tropical del continente. El último hallazgo la ubica en Madagascar (2000) (Zapater y Mourichon, datos no publicados).

La estructura de poblaciones se refiere a la cantidad y distribución de la variación genética dentro y entre poblaciones, lo cual permite entender la biología de las poblaciones de patógenos. Dicha información puede ser usada para inferir el relativo impacto de las diferentes fuerzas evolutivas que influyen en la biología de las poblaciones de patógenos y con esto predecir su potencial de evolución dentro de ecosistemas agrícolas (McDonald 1997, Leung *et al.* 1993). Este tipo de estudio conlleva a cuestionar algunos aspectos básicos de la genética de poblaciones de hongos fitopatógenos; por ejemplo, ¿cuánta diversidad genética está presente dentro de las poblaciones? y ¿cómo se distribuye la diversidad genética dentro y entre poblaciones? (McDonald *et al.* 1999).

Es necesario conocer la magnitud y distribución de la variación genética de *M. fijiensis* para mejorar el manejo de la resisten-

¹Departamento de Agricultura y Agroforestería, INIBAP/LAC. CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.

²CIRAD. UMR BGPI, CIRAD TA 41 / K, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5.

³CARBAP. BP 832. Douala, Cameroon.

cia a la sigatoka negra. Un estudio a escala global mostró que las poblaciones del patógeno mantienen un alto nivel de diversidad genética en la zona de origen y que la recombinación desempeña un papel importante en la evolución de este patógeno. El número de alelos presentes en las poblaciones varía entre 1.7 a 7.7 y el índice de diversidad de Nei (H) fluctúa entre 0.22 a 0.59. Los valores encontrados son más altos que los observados para otras especies de patógenos como *Mycosphaerella graminicola* y *Stagonosporum nodurum* (McDonald *et al.* 1999). Esta zona es una región estratégica para la evaluación de la resistencia de *Musa* al patógeno. Asimismo, se detectó un alto nivel de diferenciación genética entre continentes, lo que sugiere un limitado flujo de genes a escala global y que la diseminación se realiza principalmente por el movimiento de plantas infectadas (Carlier *et al.* 1996).

2. La diversidad genética de *M. fijiensis* en América Latina y África

Nuestros estudios en América Latina y África (Abadie *et al.* 2000, Rivas *et al.* 2004a, Rivas *et al.* 2004b, Rivas 2003, Carlier *et al.* 2003) analizan 705 aislamientos, 203 distribuidos en siete poblaciones en Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia, Jamaica y República Dominicana y 412 en África, provenientes de diez poblaciones en Costa de Marfil, Nigeria, Camerún, Gabón, Uganda y Comores). El objetivo de ese trabajo fue determinar la estructura genética de poblaciones de *M. fijiensis* en América Latina y el Caribe y África, para hacer inferencias sobre los procesos del flujo de genes y dispersión del patógeno usando marcadores moleculares. Todos los aislamientos se caracterizaron con ocho marcadores CAPS. Para cada población se estimaron los siguientes parámetros: frecuencias alélicas, promedio de alelos por locus, número de locis polimórficos e índice de diversidad de Nei (1978).

En América Latina-Caribe, los resultados mostraron que las poblaciones de Costa Rica y Honduras registran los mayores índices de diversidad (0.31 y 0.36, respectivamente) y que los efectos de fundación que han acompañado las otras introducciones han reducido la diversidad genética. Es decir, que la introducción del patógeno a una nueva área puede haber involucrado el movimiento de un pequeño número de individuos que representan una limitada fuente genotípica de la población de origen; esto se conoce como efecto de fundación (Hartl y Clark 1989). Se encontró un alto nivel de diferenciación genética entre las poblaciones $F_s = 0.30$, las más distantes fueron los pares República Dominicana - Panamá y Cuba - Panamá. Estos datos sugieren un limitado flujo de genes en el continente y que posiblemente el principal factor de diseminación sea el trasiego de plantas infectadas y/o una muy restringida dispersión de ascosporas.

En África, los niveles de diversidad genética fueron muy similares entre poblaciones, con evidencias de cuellos de botella y F_s global de 0.19. Los F_s calculados variaron de 0 a 0.41 y de 0.03 a 0.58 en África y América Latina, respectivamente. La figura 1 ilustra la diferenciación genética observada en el ámbito continental (Rivas *et al.* 2004).

La existencia de efectos de fundación observados en la estructura genética de *M. fijiensis* en América Latina-Caribe y África son consistentes con la diseminación estocástica de la enfermedad, tanto en el ámbito continental como local, caracterizada por un frente de migración (Brown y Hovmöller 2002). La causa de esta situación podría atribuirse al movimiento de ascosporas por el viento, el movimiento de material de siembra infectado y el uso de hojas de banano y plátano en la elaboración de alimentos.

3. Perspectivas

Lo anterior conlleva a fortalecer la investigación en la genética de poblaciones de *M. fijiensis*, ya que esta es necesaria para determinar la variabilidad del patógeno en el ámbito de plantas, campos de cultivo, zonas de cultivo, países o regiones geográficas para determinar si las diferentes áreas productoras de banano son una sola o diferentes unidades epidemiológicas. Futuros estudios utilizarán marcadores microsatélites para conocer con mayor detalle la variación genética de las poblaciones de *M. fijiensis* y con ello coadyuvar al conocimiento de la evolución, epidemiología y diseño de estrategias de manejo del patógeno, para así desarrollar materiales de *Musa* resistentes a la enfermedad. Todas estas actividades permitirán los enlaces de investigación entre instituciones locales e internacionales que trabajan con la problemática de la sigatoka negra en los trópicos.

Bibliografía

- Abadie, C; Rivas, GG; ElHadrami, A; Carlier, J. 2000. Studies of *Mycosphaerella fijiensis* populations structure and of partial resistance of bananas. 2nd International Symposium on Celular and Molecular Biology of Bananas. Byron Bay, Australia. October 29 - November 3, 2000.
- Brown, JKM; Hovmöller, MS. 2002. Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. *Science* 297: 537-541.
- Carlier, J; Lebrun, MH; Zapater, MF; Dubois, C; Mourichon, X. 1996. Genetic structure of the global population of banana black leaf streak fungus, *Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology* 5: 499 -510.
- Garlier, J; Hayden, H; Rivas, G; Zapater, MF; Abadie, C; Aitken, E. 2003. Genetic differentiation in *Mycosphaerella* leaf spot pathogens of bananas. In Jacome, L; Leiprove, P; Marfn, D; Ortiz, R; Romero, R; Escalant, JV. (Editors). *Proceedings of the 2nd International Workshop on Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas*. San José, Costa Rica. Mayo 20-23, 2003. p:123-130.

- Cavalli-Sforza, LL; Edwards, AWF. 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Evolution* 32: 550-570.
- Hartl, DL; Clark, AG. 1989. Principles of populations genetics. Sunderland, Mass. Sinauer Associates Inc.
- Jones, DJ. 2000. Diseases of banana, abaca and enset. CABI. UK. 544 p.
- Leung, H; Nelson, RJ; Leach, JE. 1993. Population structure of plant pathogenic fungi and bacteria. *Advances in Plant Pathology* 10: 157-205.
- McDonald, BA. 1997. The population genetics of fungi: tools and techniques. *Phytopathology* 87: 448-453.
- McDonald, B.A. 1999. The population genetics of plant pathogens and resistance breeding strategies. *Vortr. Pflanzenzüchtg* 46: 235-244.
- Mourichon, X; Fullerton, RA. 1990. Geographical distribution of the two species *Mycosphaerella musicola* Leach (*Cercospora musae*) and *M.fijiensis* Morelet (*C.fijiensis*), respectively, agents of Sigatoka disease and black leaf streak disease in bananas and plantains. *Fruits* 45: 213-218.
- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- Rivas Platero, GG. 2003. Effets de fondation et différenciation génétique aux échelles continentale et locale chez *Mycosphaerella fijiensis*, champignon responsable de la maladie des raies noires du bananier. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, France. 96 p..
- Rivas, GG; Zapater, MF; Abadie, C; Carlier, J.. 2004a. Founder effects and stochastic dispersal at continental scale of the fungal of bananas *Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology* 13: 471-482.
- Rivas, GG; Zapater, MF; Carlier, J. 2004b. Genetic differentiation and isolation by distance analysis in the Costa Rican populations of the fungus *Mycosphaerella fijiensis*. *Fungal Genetics Biology* (in press).
- Stover, RH; Simmonds, NW. 1987. *Bananas*. New York, Willey & Sons.

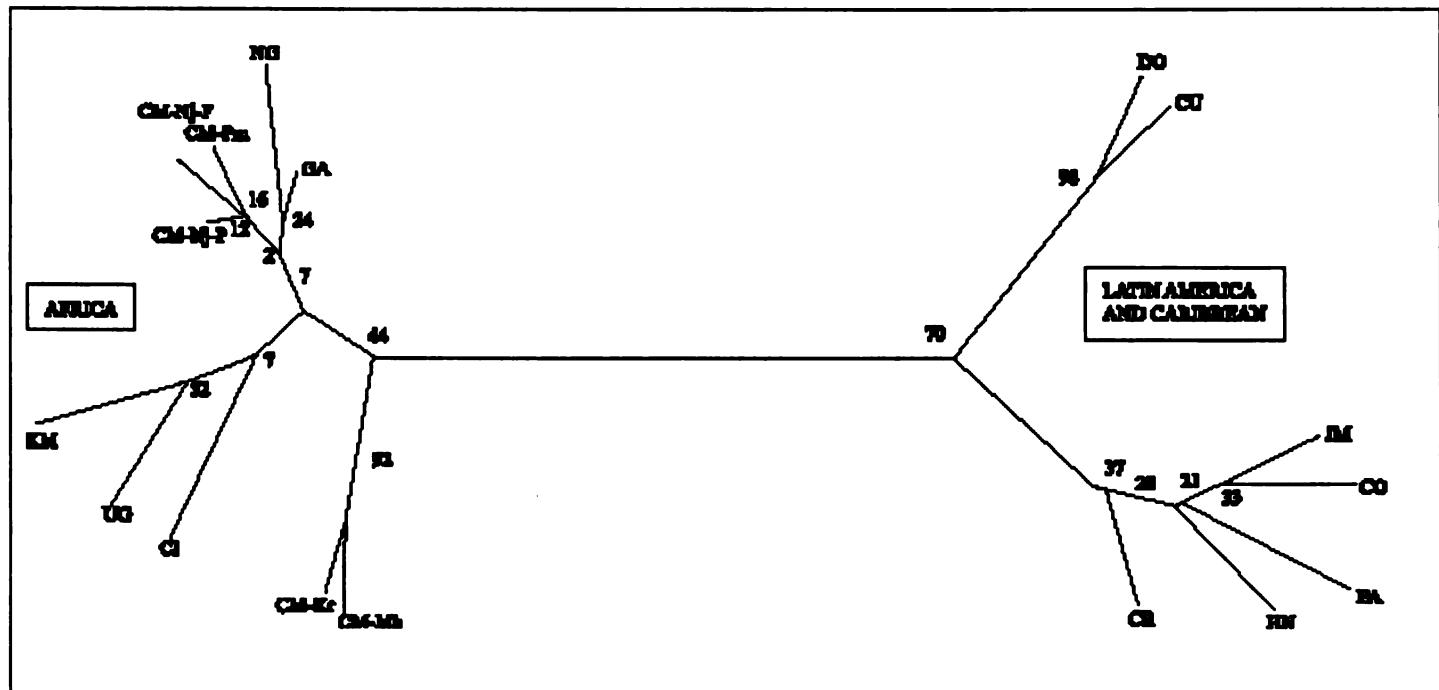


Figura 1. Diferenciación genética entre poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* de América Latina y África. El árbol se construyó usando la distancia Ds (Cavalli-Sforza y Edwards 1967). Los datos fueron bootstrapped 1000 veces con reemplazamiento en todos los loci (África: NG = Nigeria, GA = Gabon, CM = Camerún (CM-NJ-F = Njombé-parcela; CM-NJ-P = Njombé planta, CM-Kr = Kribi y CM-Pm = Penda Mbokp y CM-Mb = Mbalmayo) KM = Comores, UG = Uganda, CI = Costa de Marfil; América Latina-Caribe: DO = República Dominicana, CU = Cuba, JM = Jamaica, CO = Colombia, PA = Panamá, HN = Honduras y CR = Costa Rica) (Rivas et al. 2004).

CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM

Opportunities and Challenges

Lucio Pedroni ¹

1. Introduction

Countless workshops, congresses, and discussions of any kind in almost all countries of the World, including nine meetings of the Conference of the Parties (CoP), nineteen meetings of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA), several chapters and special reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), and thousands of books, papers, pamphlets, websites, software, CDs, and posters from scientific to dogmatic, academic to business-oriented, truly concerned to ill-motivated, serious to comical, religious to blasphemous, as well as many new media shows, organizations, consulting firms, and job positions have been the effort put by mankind to define the modalities and rules of the first international market for an environmental service: Greenhouse Gas (GHG) emission reduction (or sequestration) in the framework of the Kyoto Protocol.

Have we at CATIE learned something from this unprecedented international discussion? Has our work contributed to the complex process of international decision-making? In this laud concert of opinions and simultaneous debacle of reasoning, influencing, compromising, and threatening called "negotiations", has, and -more important- can our voice been heard, understood and influence the design of what could be the prelude of a new paradigm of doing the international cooperation business? Or, has an old-fashioned way of approaching development oriented research prevailed, letting us completely unaware, smilingly unconcerned and factually unplugged from this facet of globalization? Fortunately, it is not the latter! However, we will have to learn faster and take some of Bill Gate's velocity if we want to keep walking, or -better said- running with the pace of events. And not to speak if we vision a leadership role!

In this paper, I first wanted to discuss what we are facing with the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Then, I quickly realized that I did not have the "velocity" required to capture and understand all opportunities and challenges that emerge from this Convention and the

processes it has triggered so far. The entire team of our two-year old Global Change Group (GCG) did not have that velocity. Yet, the institutional vehicle we need for running (better-said, flying) at the required speed is not what we have gotten so far, though some engineering to power up our engines is underway. I have to limit my considerations not only to the Kyoto Protocol on the UNFCCC, but to just a small portion of it. And this portion is less than its Article 12, in which the Clean Development Mechanism (CDM) is defined, being only what we are facing, or may choose to face, in the complex subject area of including Land Use, Land Use Change, and Forest activities (LULUCF) in the CDM (what is also known as "sinks" in the CDM).

Although a CoP decision has already been taken on what type of LULUCF project activity may be accepted in the CDM during the first compliance period, it is clear that there is more to discuss on this subject. Globally speaking, LULUCF activities are an important source of GHGs, particularly in tropical developing countries, where deforestation occasions 10%-30% of global anthropogenic CO₂ emissions (IPCC 2001). Several IPCC models also predict that forests in the Northern Hemisphere, which are currently a net sink, will become a net source of GHGs in the second half of the 21st Century. Future policy and management measures will therefore have to address GHGs emissions from the LULUCF sector more comprehensively than they do now.

Drawing from my short experience on the international negotiating process, as well as from a dozen of trips in Latin America and Europe that brought me together with different stakeholders of the discussion, I will try to highlight research, education and outreach topics that we should urgently address, as well as some institutional considerations that may help us to reach the velocity of a leader.

2. Technical "crunch issues"

Terrestrial ecosystems can be managed to conserve or increase their carbon pools and thus for buffering climate change.

¹Head of the Global Change Group, Department of Natural Resources and Environment, CATIE

Carbon management should therefore be an issue in all decision-making processes related to land use. However, without an economic incentive, private landowners, municipalities and even national governments will not take due consideration of the climatic implications of their decisions. The Clean Development Mechanism (CDM) is such an incentive, but for the first compliance period (2008-2012) it applies only to afforestation and reforestation (AR) project activities in countries that do not have to achieve GHG emission reduction targets, the so called non-Annex 1 countries. This may change in future compliance periods, depending on how the scientific methods to address the issues listed below (and new issues that will emerge from the international discussion) will have been developed as well, on how the international institutional set-up and policy instruments will have been prepared to deal with them. For now, addressing the following issues in the frame of AR-CDM project design is mandatory (you will not get carbon credits if you do not address them), and addressing them in the frame of other LULUCF carbon research is a timely must.

- Eligibility: Whether the project area and the proposed project activity are eligible depends upon the rules that have been set up for the CDM. Most project proponents in Latin America are completely unaware or have a very limited understanding of these rules. Here we have an opportunity to get involved in training and technical assistance, something the GCG is already doing.
- Baseline: A counter-factual baseline representing the most likely land use in the absence of the proposed project activity shall be constructed. The methodology used to define a baseline shall be an approved one. There is no approved methodology right now. If we want to see projects becoming realities in our member countries, we need to do research on baseline methodologies and help project proponents to submit them to approval by the CDM Executive Board. Baseline setting would be a healthy standardized way of approaching all type of development-oriented projects. How to measure impacts otherwise?
- Additionality: A clear proof that the proposed project activity would not happen without the CDM is required. Methods of proofing that hypothesis have to be developed, validated in concrete projects, and submitted to international scrutiny. We are one of the few organizations in the region that have the capacity to do this type of research, since in most project cases, additionality and baseline issues can only be addressed through a multi-disciplinary approach. In a broader context, the additionality paradigm would also help us to better understand the contribution to sustainable development of all type of projects.
- Non-permanence: Since projects are temporally limited and implemented in countries that do not have GHG emission reduction commitments, there is a risk that the carbon stored through the AR-CDM project activity may be deliberately or involuntarily released into the atmosphere, thus reverting the climatic benefits of sequestration. This issue is specific to LULUCF project activities in the CDM (Chomiz 2000) and has been addressed in the CDM rulebook through specific carbon credits accounting methods. No one at CATIE should get involved in a carbon sequestration project without a deep understanding of the non-permanence problem and the carbon accounting rules that have been set up to address it.
- Leakage: The change in carbon flows due to the project activity outside the project boundary has to be quantified and minimized to assess the true contribution of the project activity to climate change mitigation. Development of methods to address and assess any type of leakage, including the definition of the systems, processes and areas that may be affected by leakage are an important research topic that we have ignored so far.
- Risks: Any type of risk associated to a project activity shall be minimal and managed in order to achieve real GHG emissions reductions. Methods to assess and address risks during the whole project lifetime are another area of research, training and outreach. The source of international development funds is increasingly shifting from donors to investors and using market mechanisms. There is nothing more scaring to an investor than unknown or high investment risks. The higher the risk, the higher must be the return to the foreign partners, and the less will be the residual benefit for local stakeholders.
- Uncertainties: Associated to the estimation of carbon balances in the baseline and the project scenarios, there are uncertainties that have to be accounted for in order to achieve conservative estimations of the GHG benefits of a project activity. Most of what our institution has been doing so far on the climate issue appears to be the estimation of carbon densities. Good, but not enough for a leader!
- Impacts: Projects may cause socio-economic and environmental impacts, including those on biodiversity, both positive and negative. These have to be assessed and, when necessary, compensation measures have to be implemented. There has been a strong discussion on these impacts. CATIE has certainly the expertise to work on these issues. An emerging area of research is the development of standards to

assess social, environmental and climatic impacts of a project activity. Another one is impact prediction, prevention and mitigation; in an investment context, these thinks shall be quantified, at least probabilistically.

- Monitoring: All the above points have to be monitored and periodically quantified using methodologies that allow posterior independent verification. In the framework of the CDM, carbon-monitoring methodologies have to be approved by the CDM Executive Board. As in the case of baseline methodologies, there is no approved methodology yet. Get to work!
- Verification and certification: Periodically, projects have to be audited by independent bodies (CDM accredited Operational Entities) that submit their reports to public scrutiny and to the CDM Executive Board for project registration and issuance of Certified Emission Reductions (CERs). We have already been asked by some Latin American country delegates to submit our application as an Operational Entity of the CDM. Right now, there is no even one from Latin America, and the services of those that will be accredited outside the continent will not be cheap. I believe certification should be only exceptionally our business, but standard development and validation may be something we should do.

3. The "emerging" carbon market

I did not invent the above issues: they all have been object of an unprecedented international debate and will continue to be so; Mr. Jean Pronc, president of the sixth CoP, called them "crunch issues". The question thus arises whether costing all the studies, monitoring activities and external services, as required by the CDM rulebook, is a profitable business. Not only are these costs high, but also income possibilities are highly uncertain under current CDM market conditions. A few reasons are the following:

- Because of the withdrawal of the United States and the hesitance of the Russian Federation, the Kyoto Protocol is still an un-ratified international treaty.
- The price of CERs, particularly that of expiring CERs arising from AR-CDM project activities, is highly uncertain. It will depend upon upcoming policy decisions that will either expand or contract the market demand for this type of credits. The price of expiring CERs will undoubtedly be lower than that of non-expiring credits issued from emission reduction activities (currently around US\$3 per ton of CO₂e).
- Without the United States, the EU is the larger potential demander of CERs. However, whether or not expiring

CERs from AR-CDM project activities are allowed to enter in the EU market, or capped by a quota, is still unclear.

- For project proponents, there is an important risk of not having a project proposal registered, or achieved emission reductions certified, because of methodological problems, unexpected or insufficiently addressed project impacts, opposition by the powerful anti-CDM and anti-sinks lobby, etc.
- The cash flow resulting from CERs sales beyond the first compliance period is uncertain, since the rules and the market may change significantly after the year 2012.
- Trees may not growth and sequester the carbon quantities assumed at the project design stage. In the tropical world, information and management barriers are still important, making the reforestation business a high risk one.

Under such circumstances, small forestry and agro-forestry projects are clearly disadvantaged to participate to the CDM. These types of projects have the greatest difficulties in finding the expertise and the financial resources needed to satisfy CDM requirements. They are also more vulnerable to the risks of the CER market. However, small forestry projects by private landowners and communities and small agro-forestry projects are believed to contribute positively to livelihoods and sustainable development. This type of projects may also become complementary to local adaptation projects by facilitating the restoration of degraded landscapes, diversifying income sources, and reducing soil degradation, thus increasing the resistance and the resilience of local communities when extreme weather events occur, such as prolonged draughts and heavy rainfall. It is our duty to focus on small-scale projects, while keeping in mind that the CDM is intended to be a market based mechanism, founded on consistent capitalistic and free-market logic, the driving paradigm of modern economies.

There is also a carbon market parallel to that of the CDM. While burdened with less technical and procedural requirements, this market has two important drawbacks: it is voluntary and therefore small (though eventually more profitable for the few lucky participants) and of questionable climatic effectiveness, exactly because it is not subject to climatically rigorous standards. We should keep our eyes on it, but as a serious research and higher education center, we should fully embrace the principle of environmental integrity, meaning that a project activity must have a real positive effect on the climate, without damaging other environmental assets and undermining social development needs.

4. Looking toward the future

My glimpsing through international negotiations, meetings and papers has been too ephemeral for suggesting any comprehensive list of research, education and outreach topics emerging from the

mainstream climate change discussion. Clearly, however, I can mention a few. The Kyoto Protocol may or may not enter into force. Some of the countries that have ratified it, particularly those of the EU, will move forward with or without international ratification. Under both scenarios, there will be a discussion on future commitments and compliance periods. There will be numerous critical issues to address; here there are a few:

- Commitment by developing countries? The Kyoto Protocol withdrawal by the United States was motivated, among other arguments, because developing countries do not have GHG emission limitation or reduction commitments to which comply. Without the United States, effective global climate change mitigation is unthinkable. Among the developing countries, there are also a few large emitters whose GHG emissions are growing fast. The international political pressure on developing countries for taking on commitments will increase. How should commitments be defined and distributed taking into account the right to sustainable development that each country has? What will be the economical, social and environmental consequences of such commitments? What market mechanisms shall be designed to minimize negative impacts and maximize equitable cost/benefit sharing and sustainable development opportunities? Our member countries need support from the research community to understand these issues, to take informed decisions on negotiating positions, and to be successful at the negotiations.
- Low-hanging fruits: Related to the previous question is the issue of low-hanging fruits. The CDM may result in a precipitate outselling of cheap GHG abatement options to rich countries. What will happen later, if developing countries will have to acquire GHG emission limitation or reduction commitments and only more expensive GHG emission abatement options are left over? Few developing countries appear to be concerned about this. Some eye-opening research and outreach is necessary.
- LULUCF: For some developing countries the LULUCF sector is a major source of GHG emissions and the sector upon which the most vulnerable livelihoods depend. Emission and poverty trends reversion will require considerable efforts for addressing the above-cited technical "crunch issues". LULUCF should be fully reconsidered in the upcoming negotiation round. In this subject area, CATIE could be a significant contributor.
- Capacity building: The CDM is an opportunity, though still a small one, for partial funding of good projects. There is however, a huge gap between the capacity of potential project developers and the standards to be met for participating to the CDM. While there is an important work to do to fill out the gaps in knowledge and information, there are even major barriers to overcome in the cultural, institutional and financial assets of our member countries. Not to speak about negotiating capacities.

- Think tanking: The challenges ahead of the international negotiations and impacts of climate change and international agreements on the developing world are oversized to fit the capacities of those that have to address them. There is a clear need to organize and facilitate the discussion among Latin American experts. How could policy makers and negotiators become informed and analytic advised?
- Adaptation: All I have mentioned so far refers to "mitigation". The Kyoto Protocol discussion was on mitigation. It overshadowed the discussion on vulnerability reduction and adaptation to climate change. At the ninth CoP on the UNFCCC the modalities and rules of the CDM and other mitigation mechanisms have finally been agreed upon. The international attention is now increasingly focusing on "adaptation". Our institution has to get involved in the adaptation discussion, without losing capacities and attention on mitigation issues, which will reappear soon, with renewed intensity and with old and new "crunch issues".

5. Powering-up our institutional engines

I wish I were able to provide to all of us a revolutionary version of Steven Cov's manual so that we may get some of Bill Gate's velocity. I am not. This is an area of engineering that I have definitively not been trained for. However, I realize that things are changing so fast in the subject area in which I have been working during the past two years, that I have a hard time to catch-up and keep informed. Something has to be done about it. How could we become a visionary institution that shows others the way to go, if we have a hard time to keep track?

The amount of official information from the UN Convention Bodies and scientific literature constantly produced is simply overwhelming and indigestible. Many feel like that. To help frustrate those feelings, software to systemize information and knowledge, and guide users through what they have to address to get an opportunity to participate to the CDM is amongst what the Global Change Group is already considering to do. However, for now, I hardly can find an hour to read, and my secretary has a very hard time in classifying what is daily coming in, and that I will most likely never be able to read before it becomes outdated, if nothing changes. Even though, sometimes I felt to be on the top of the wave. How has it become possible?

There was not enough fuel to move my first two-year contract with CATIE, so I had to look outside to find it. With an almost empty tank, I took a drive in the rush-hours of the Kyoto Protocol discussion, and stopped by several institutions, such as the

International Division of the Swiss Agency for Forest and Landscapes, and the Inter-American Development Bank. I was seeking advise on how to integrate biodiversity and carbon sequestration issues, wishing to understand if there is a business opportunity in the emerging Kyoto market, at the Swiss Organization for Development and Cooperation, or at the Swiss Development Cooperation. These two organizations were both seeking a safe place where to invest their good willingness to put the interests of the poor in the mainstream climate change discussion. Among other more or less important mail stones, I stopped a few times in the arena of a small battalion of poorly advised and badly trained soldiers that were fighting heroically, though uncoordinatedly, at the CoP and SBSTA meetings, trying to negotiate an opportunity for the development of their countries. It is among those I would like to serve the most, so un-fueled and autodidact as me they seem to be.

I embraced the concerns and cause of my occasional fuel providers and of that courageous and sometimes desperate battalion. They wanted me to read, write and advice, some of them even paid good money for it. Most importantly, they showed me the road toward the upfront of the discussions. I got the opportunity to jump and have short glimpses of what is going on at the leading edge, come back to my office, and do some short, not funded, but negotiations-relevant research with my colleagues of the Global Change Group.

Two peer-review papers (plus several technical documents) were published or approved for publication last year out of this short, but timely, research. Some small but nonetheless welcomed grants are also coming in soon. Just one peer-review paper came out from my four-year doctoral dissertation (for which I still have to cancel a 40,000 dollar debt), and no one (for now) from two internationally funded projects that I started to coordinate about one year ago.

This adventurous, risky and incredibly tiring journey to seek fuel stations in the rush hours of an international discussion brought me shortly together with some visionary people at the leading edge of the technical and policy discussion. I guess they have some of the Bill Gate's velocity I would like to have to be able to survive and then become a good player. They also are sitting in quite different institutional vehicles. Some are even flying with their own wings. Surprisingly, there are people like these that would appreciate to work with us. Imagine how many lessons could be learned from working together with such leading-edge figures, would-it just be for a while! I guess we still have an institutional setup of expertise that is hard to find in such concentrations in the developing world. And some are seeking such places. Unfortunately, I also felt that there are fears on CATIE's institutional embrace. Effectiveness is proud of its independency, and needs freedom to seek and work with the best and under the most favorable conditions. I guess it is a prerequisite of

velocity. We need to oil the doors of our garages, and offer a better service, if we want to see more Bill Gates stopping by and working with us, thus giving us a chance to learn faster.

6. Conclusions

Since I have largely abused the space I was supposed to use, my conclusions will be extremely short:

- If you have a carbon project right now, section 2 is for you.
- If you wish to start a carbon project, start with section 3.
- If you wish to get involved and help us at the GCG, think on the issues on section 4.
- If you are an administrative official, remember this: too little fuel, no chance to move the engine to seek a fuel station.
- Getting-out helped me to learn and come back with some money and some useful stuff to teach.

References

- Chomitz, K. M., 2000. Evaluating carbon offsets from forestry and energy projects: How do they compare? Development Research Group, World Bank: 28 p. (read!).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. Third Assessment Report (I never got a chance to read it thoroughly).
- Work of the Global Change Group related to the technical "crunch issues"
- Locatelli B., J. Black, L. Pedroni, 2003. Linking small forest stakeholders with global environmental conventions: the role of umbrella projects. ETFRN News (European Tropical Forest Research Network), n°39.
- Locatelli B., S. Boissau, J. Weber, 2004. Does population growth affect wooded cover dynamics? In : *Forest dynamics and deforestation*, ATP Dynfor, UNESCO MAB (in press).
- Locatelli B., A. Karsenty, 2004. Tropical Forest Dynamics and Climate Change. In : *Forest dynamics and deforestation*, ATP Dynfor, UNESCO MAB (in press).
- Locatelli B., B. Mallet, D. Gautier, P. Guizol, 2003. Are forest plantations contributing to the sustainable development of tropical countries? XII World Forestry Congress, Québec, Canada, 21-28 septembre 2003, vol. 2, pp. 157-158.
- Locatelli B., L. Pedroni, 2003a. Accounting methods for carbon credits: impacts on the minimum size of CDM forestry projects. Accepted in : *Climate Policy*.
- Locatelli B., L. Pedroni, 2003b. Rewarding carbon sequestration in forest plantation projects: How the CDM could be attractive to small stakeholders? Interamerican Wallace Conference, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 20th march 2003.
- Pedroni, L. 2003. Ruling on the "crunch issues" of LULUCF: impacts on project viability. *International Journal of Global Energy Issues*, 20(1): 75-94
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003a. No-permanencia y métodos contables. IUCN Bulletin, special issue for the Latin American Expert Meeting on CDM Modalities on Afforestation and Reforestation held in Uruguay. <http://www.sur.iucn.org/bosques/climas/04.htm>
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003b. Contabilidad de créditos de carbono para proyectos forestales MDL. Ambientico revista ambiental, 112 :15-17.
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003c. Non-permanence and accounting of carbon credits: methods and implications. Latin American Expert Meeting on CDM Modalities on Afforestation and Reforestation, Montevideo (Uruguay) 9-11 February, 2003
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003d. Non-permanence, carbon accounting, and project scale. First Brazilian Symposium on Carbon Sequestration in Agricultural and Forest Systems, Londrina (PR, Brazil), 21-24 October, 2003
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003e. Non-permanence, carbon accounting, and project scale. BirdLife International's Americas Regional Partnership Meeting, Asunción (Paraguay), 23-25 Agosto, 2003
- Pedroni L., B. Locatelli, 2003f. Contabilidad de créditos para carbono forestal: métodos e implicaciones. Seminario Análisis de opciones del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, Ministerio del Medio Ambiente (MINAE), Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC), San José, Costa Rica, 29 enero 2003.

Evaluating Three Innovative Financial Instruments of the Costa Rican Plantation Forestry System

Guillermo A. Navarro¹

Resumen

Esta investigación analiza el efecto de tres mecanismos financieros de fomento (MFF) a las plantaciones forestales sobre la rentabilidad de las inversiones forestales y su efecto en el comportamiento del individuo y la continuidad de los servicios ambientales. Los MFF evaluados fueron: la compra de madera por adelantado (CMPA), el financiamiento de madera de plantaciones forestales (FMPF) y el pago por servicios ambientales (PSA). Mediante un estudio de caso sobre *Cedrela odorata* se demuestra que, con fondos propios, la inversión es rentable y se maximiza con una rotación de 22 años. El mecanismo que influye más positivamente sobre la rentabilidad es el PSA; sin embargo, provoca una reducción de la rotación, un efecto que desde el punto de vista de la sociedad no es deseable porque disminuye el periodo durante el cual se brinda el servicio ambiental. Los otros dos MFF hacen que las inversiones no sean rentables para el caso en estudio. El FMPF hace que la rotación disminuya de forma más dramática que con el PSA. El CMPA, aunque no hace rentable la inversión, sí aumenta la rotación con lo que se amplía el periodo en que se brindan estos servicios ambientales y se aseguran mejores dimensiones comerciales de madera en rollo. En consecuencia, se propone una corrección al problema de rentabilidad del CMPA, manteniendo su virtud de ampliar la edad de rotación y se rediseña el PSA para que la rotación no disminuya respecto al caso de referencia.

1. Introduction

Costa Rica has promoted reforestation and plantation forestry for the last 24 years. At the beginning, it was used as an instrument for reducing the country's high deforestation rate, but later on, it became a tool to ease fears of a possible timber famine (Navarro 1999). At that time, the Costa Rican Government promoted initially fast growing species with low prices or no-markets at all which yielded not very positive outcomes. Nowadays, however, native, high-value timber species with longer rotation cycles are privileged, as far as they yield better social and private returns. These plantations are supposed to generate a higher income but also an increased value of the forest asset itself. Nonetheless, these long-rotation plantations need to solve problems associated with the lack of cash flow in the early years because forest owners require a cash flow to cover up plantation expenses and for their

private income. This paper intends to evaluate three innovative financial mechanism of the Costa Rica forest sector in order to explore their effect on the profitability and the cutting decision. One of them is the pre-purchased timber (PPT) system implemented by the Foundation for the Central Volcanic Range (FUNDECOR), a non-governmental organization working in the protection and management of forest ecosystems in Costa Rica's central plateau. The Costa Rican National Forestry Fund (FONAFIFO) administers the other two mechanisms: the payment of environmental services (PES), and the timber loans (TL), derived from the PPT system.

2. Financial Instruments for Plantation Forestry

FUNDECOR's pre-purchase timber (PPT) fund was created with a World Bank's International Financing Corporation loan. PPT funds are managed with an endowment fund set up at a Costa Rican private bank, which serves as an instrument for carrying out financial transactions and as a guarantor for annuity payments to landowners; however, all procedures are supervised by FUNDECOR. The landowner sells FUNDECOR 40m³ of the total final harvest, in this way obtaining a financing option. FUNDECOR sets the rotation age using technical rather than financial criteria, usually around 15 years of age. The idea is that plantation owners do not need to wait until the rotation age for obtaining their income; rather they can receive a cash flow before the last thinning. This last thinning is to bring important positive net revenue that can help the landowner to wait for the rotation age. FUNDECOR guarantees annual payments in US dollars, based on plantation's age, rotation, location, and the timber price of the forest species. Amounts range between US\$46.30 and US\$232 per hectare per year, and delivered in equal annual payments. A forest plantation is eligible at three years of age and with a maximum of nine payments. The immature timber value calculation is done by discounting the timber value of the 40 m³ from the rotation age at 11% annual interest rate using today's timber price, and a relationship between Costa Rican timber inches (pmt) and cubic meters: 300 pmt/m³. The final harvest value is discounted from a rotation age to the year before the last thinning, and then the sinking fund factor formula is used to calculate the equal annual payments. To ensure the plantation permanence and commit-

¹Professor and Researcher in Forestry Economics and Management at the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). Tel.: +506-5582542; Fax: +506-556-8514. E-mail address: gnavarro@catie.ac.cr

ments assumed by the owner, an annotation is jotted down at the margin of the property's ownership title at the Public Registry, as a security guarantee figure. This way, any third party will be aware of the timber contract existing between FUNDECOR and the owner. FUNDECOR's commitment is to guarantee the technical assistance and financial resources necessary for developing silvicultural activities required by the plantation payments²

The forest law N°7575 introduced the concept of Payment for Environmental Services (PES), which is a payment given to the forest owners for the services provided by their forest systems (CO₂ fixation, water quality and erosion prevention, scenic beauty and biodiversity). The PES aims to increase the attractiveness of forestry compared to other competing land uses, by recognizing the value of the environmental services that these systems provide to society. In this manner, PES represents recognition from society which demands and enjoys these environmental services to forest landowners for producing the environmental services coming from their forest systems. With the PES program, landowners have to give the rights for CO₂ fixation and other environmental services during the length of the contract to FONAFIFO. Therefore, these environmental certificates may be negotiated in the international market. PES is about \$450/ha in present value terms, and paid during a 5-year period in 50, 20, 15, 10 and 5% installments respectively. However, the landowner will loose between 15% and 20% of this funds in regency services and transaction costs. This system operates with funding coming from a fuel tax and other agreements with local and national utility and water companies interested in the protection of forests for water production (Navarro 1999).

Likewise, timber loans (TL) are aimed not only at making plantation forestry more competitive in regard to other land uses, but also to improve the cash flow distribution in the typical forest plantation project, and to bring sustainability elements in the commercial plantation forestry. The expected impact of this program is to improve the landowner liquidity, avoid the anticipated harvest of forest plantations in order to obtain forest products with desired dimensions and qualities, and to maintain a positive commercial reforestation rate. Timber loans financing comes from the emission of medium term bonds. These TL bonds have not only the immature timber as a guarantee, but also solidarity guarantee of the Global Environmental Facility (GEF), and FONAFIFO patrimonial fund. A timber loan is based on the value of 50m³ at rotation age; however, 100% of the inventory is used as loan guarantee. The forest plantation may have at least 250 high quality trees, a minimum of 10 hectares, growth rates above the national average, free from pests and diseases, good access all year round, and farms must bear a title in the National Property Register. A forest planta-

tion is eligible at the age of four with a maximum of eight payments. The immature timber value is calculated by discounting at 11.9% real annual interest rate the projected stumpage revenue from the rotation age to the year before the last thinning, using today's timber price, and with a scaling relation of 325 pmt/m³. Similar to FUNDECOR's system, once the discounted value is at the year before the programmed thinning, the sinking fund factor formula is applied for calculating the annual payments³.

3 A Case Study Calculation

In order to evaluate the three financial systems described above, it is necessary to introduce a case study calculation using the land expectation value o willingness to pay for land (WPL) model to analyze the investor behavior for choosing the rotation age that maximizes benefits in monetary terms in presence of these financial mechanisms. The optimal rotation age is determined by the plantation age that maximizes the WPL value. Moreover, the reference land price applies as a criteria guideline for accepting or rejecting these investments. The case study calculation comes from a *Cedrela odorata* stand (cedar), a highly valued and endangered native forest species used in plantation forestry and agroforestry systems in the region. Despite the problems associated with the *Hypsipilla grandella* attacks, it is possible to implement plantations under close supervision and management. In any case, there is no harm to use such an example in an experiment of this nature. It is important to know that the first drawback to the models implemented by FUNDECOR and FONAFIFO is that there is no scientific evidence for using investment criteria for selecting the optimal stand's rotation age. The question is how the policy instrument designer knows that a "silvicultural" rotation yields the optimal rotation for production of environmental services and maximizing the landowner benefits. This experiment will prove how important for landowners and society is to estimate an investment-efficient rotation age, rather than a technical o a silvicultural rotation for implementing financial mechanisms. In this exercise, financial mechanisms independently used are better to understand their effect on profitability and optimum rotation age.

The case study calculation used a biological growth model for *Cedrela odorata* adjusted for an average site in CATIE farm. An initial acceptable mortality of 10% of the original planting density (1111/trees/ha), and three thinnings were assumed. Prior to the third thinning, the average tree diameter was still below 30 cm, which is the minimum acceptable diameter for the plantation timber production. The typical investor was defined with a minimum acceptable rate of return (MAR) equal to 8% in US\$.

²Herrera, C. 2003. FUNDECOR, San José, Costa Rica. Pers. Comm.

³Malavassi, E. 2003. FONAFIFO, San José, Costa Rica. Pers. Comm.

Table 1. *Cedrela odorata* timber harvest options

(a) Age (yr)	(b) Diameter (cm)	(c) Volume (m ³ /ha)	(d) Harvest US\$/ha	(e) Capitalized cash flow US\$/ha	(f) WPL US\$/ha
13	31.5	75.40	\$6,511.2	\$5,370.3	\$3,123.0
14	33.5	90.09	\$7,779.4	\$6,532.3	\$3,372.0
15	35.4	105.94	\$9,148.0	\$7,786.1	\$3,584.5
16	37.2	122.88	\$10,610.3	\$9,124.5	\$3,761.2
17	39.0	140.82	\$12,159.4	\$10,539.7	\$3,903.6
18	40.7	159.67	\$13,787.9	\$12,023.7	\$4,013.2
19	42.3	179.37	\$15,488.6	\$13,568.2	\$4,092.1
20	43.9	199.82	\$17,254.1	\$15,165.0	\$4,142.4
21	45.5	220.93	\$19,066.2	\$16,794.9	\$4,163.5
22	47	242.63	\$20,950.8	\$18,483.0	\$4,166.1
23	48.5	264.83	\$22,868.1	\$20,187.9	\$4,144.1
24	49.9	287.46	\$24,822.5	\$21,912.8	\$4,102.6
25	51.3	310.45	\$26,807.7	\$23,650.2	\$4,043.8
26	52.6	333.73	\$28,817.7	\$25,392.6	\$3,969.9
27	53.9	357.23	\$30,846.7	\$27,132.6	\$3,882.7
28	55.2	380.89	\$32,889.5	\$28,863.2	\$3,784.3
29	56.4	404.64	\$34,940.9	\$30,577.6	\$3,676.4
30	57.6	428.45	\$36,996.4	\$32,269.1	\$3,560.7

Table 1 presents the maximum WPL calculated assuming different final harvesting options for a one hectare stand of *Cedrela odorata* after it reached 30 cm dbh. Columns (a), (b) and (c) present possible clear-cutting ages, average diameter of the stand in cm, and commercial harvested timber volumes in m³. The commercial volume was determined taking into account the growth and yield models, the relationship between total and commercial volume, and Smalian and the traditional rope scaling systems. Based on the land value system developed for the area of study (Turrialba, Costa Rica), the market value of land for a fertile soil was reported to have a price of US\$4000/ha. Planting, site preparation and maintenance cost for the first year were \$661/ha. Maintenance cost per hectare for years 2 to 6 were \$312, \$228, \$132, \$129 and \$190 respectively. First, and second-third thinning had a cost of \$147 and \$70/ha each. Pruning costs were 29.37/ha the year after thinning. The annual administrative costs were set at \$15/ha. Column (d) presents the harvest income in US\$/ha, and it is actually the potential clear-cut revenue. The stumpage prices with an average tree dimension bigger or equal than 30cm dbh were set at US\$86.35/m³ (¢110/pmt). Column (e) totals the establishment and maintenance revenues and costs compounded to each potential final harvest age in a per hectare basis. Finally, column (f) shows the WPL, which is equal to column (d) plus column (e), discounting to year 0, and considering all future rotations. Thus, the maximum WPL option, as a measure of the landowner's investment net benefit, defines the preferred age for cutting the stand, and gives information on whether to accept or reject the project. The maximum WPL for

Cedrela odorata is US\$4,166.1/ha at rotation age 22-years at a MAR of 8%. Since the maximum WPL is higher than the US\$4,000/ha land price, then the investment is acceptable. The WPL maximization is the process of estimating the correct land holding value; that is, the investor's maximum bidding price for farmland to be used in a *Cedrela odorata* plantation investment in the Turrialba region.

4. Economic Analysis

The case study serves as a reference to evaluate the effect of the three financial mechanisms on the profitability of the investment, and investor behavior that chooses the rotation age that maximizes the investment. For the experiment, the suggested rotation ages between 15 to 18-years for the financial mechanisms cannot be used because the investments are not profitable and produce much less quality of product, as well as less environmental services for society. Therefore, in order to explore the effect of these financial systems in the investments, the reference rotation age for the *Cedrela odorata* plantation will be 22-years.

FONAFIFO's PES is a payment that society affords for the environmental services provided by reforestation and plantation forestry. PES reduces establishment and maintenance costs in the first 5 years of the investment. This reduction on production costs rises the asset value (WPL) to \$4651/ha, but decreases the rotation age to 21-years in relation to the reference case. Table 2 illustrates such behavior (Johansson and Löfgren 1985), which is contradictory with the concept of environmental services. If the PES, as a policy instrument, decreases the rotation age, it also reduces the life span for providing environmental services, and reduces the expected social benefits paid for. For society, the expected benefit is to maximize environmental services, not to increase profits for the landowner. In this sense, a good economic concept such as the market for environmental services may have negative effects if the wrong financial instrument is used.

FONAFIFO's timber loan (TL) produces a decrease in the WPL to \$3754/ha, below the land price rejecting the investment, and it also decreases the optimal rotation age from 22 to 20-years. The TL interest rate is 4 points higher than the reference case. Therefore, it should produce a reduction in the WPL and the optimal rotation age (Johansson and Löfgren 1985). One of the aims of a timber loan was to increase the rotation age and to improve profitability. The financial instrument used for the TL produced a contrary effect in respect for its objectives. FONAFIFO's two financial instruments fail to meet society goals on environmental services.

According to Table 2, FUNDECOR's PPT system also results in a decrease in the WPL below market price, \$3906.1/ha. However, PPT increases rotation age in respect to the reference case to 24-years. The PPT reduces the harvest income by tak-

Table 2. Three official financing mechanisms for plantation forestry and their effect in the profitability and optimal rotation age for Cedrela odorata

Institution	Financial Mechanism	Interest Rate	Volume m3/ha	Number of Payments	Amounts US\$/ha	WPFL		Optimal Rotation Age	
						US\$/ha	ref	22	ref
Reference Case Study	Self-funded investment	8%			\$4166.3				
FONAFIFO	Payment of environmental services (PES)	None		5 decreasing payments	\$243.9 (50%) \$89.6 (20%) \$61.7 (15%) \$37.7 (10%) \$17.3 (5%)	\$4,651.8 (+\$488.4)	↑	21 (-1)	↓
FONAFIFO	Timber loan (TL)	11.90%	50 (325pmt/m3)	8 equal payments (age 4-11)	\$114.72 / year	3754.6 (-\$411.70)	↓	20 (-2)	↓
FUNDECOR	Pre-purchase timber (PPT)	11%	40 (43.3 with 300pmt/m3)	9 equal payments (age 3-11)	\$79.28 / year (-\$260.12)	\$3,906.1	↓	24 (+2)	↑

ing 43m³ out of the final commercial volume, which reduces investor revenues, decreasing WPL and increasing the optimal rotation age (Johansson and Löfgren 1985). FUNDECOR's PPT is the financial mechanism that reduces less the WPL in comparison with the TL, and produces an increase in the optimal rotation age improving the time for providing environmental services.

PES and TL decrease the period of environmental services, and TL and PPT make the investment not profitable for this case study. Could it be possible to solve the optimal rotation problem for PES and the profitability problem for PPT? Table 3 presents three theoretical models designed, one to improve the problems with the PES and two evaluate more in depth the PPT. In one hand, PES by definition is a payment for services coming from the forest ecosystem, and these services are provided in a continuous way until the final harvest. PES should be associated with an income or production capital and not as investment capital for afforestation. Therefore, a theoretical PES was designed by establishing an annual equal payment of \$35/ha from the first year to the final harvest year. This theoretical PES increases the WPL, \$4,603.8/ha, and maintains the optimal rotation age at the same level compared to the reference case. On the other hand, two theoretical PPT models improved several things: the scaling method (325pmt/m³), the interest rate (8%), and the annual purchase method for the immature timber with a progressive payment method, which pays more for the wood as it get closer to maturity.

PPT Model 1 is similar to the FUNDECOR's PPT where they purchase 40 m³ in nine payments. Our model was implemented by buying 4.4 m³/ha/year from age 3 to age 11, and every year the amount paid was higher as the timber got closer to maturity. The result was an increase on the WPL making the investment profitable at 4123/ha, and it kept the optimal rotation of

the original PPT (24-years). A second model of the PPT used conditions similar to the FONAFIFO's TL with 50 m³ in eight payments. The result for Model 2 also increased the WPL to profitable conditions just above the land price, but increased the optimal rotation age to 25-years. From society point of view, PPT Model 2, in this exploratory analysis, is the desired financial system because maintains the profitability of the investment, a bit lower from the reference case, but increases the rotation age in three years. An increase in rotation age improves the life span of the stand for providing society environmental services and producing bigger round wood.

5. Concluding remarks

The economic model for a market of environmental services where those who enjoy such services must pay to those who produce them is a strong concept that could help to preserve and enhance the quality of the natural environment and reduce the pressure of other competing uses. However, it is important to evaluate the effect that financial instruments will have on the behavior of the forest investor to make sure that those instruments achieve the goal of improving the environmental services produced by tropical forest plantations. Finally, the analysis using microeconomic models such as the WPL are helpful tools for evaluating and designing financial instruments for promoting plantation forestry and the production of environmental services.

References

- Johansson, PO; Löfgren, KG. 1985. *The Economics of Forestry and Natural Resources*. U.K., Basil Blackwell. 292 p.
- Navarro, G. 1999. *Valuation Techniques and Investment Decision Model for Private Timber-oriented Even Aged Plantation Forestry under Monetary Incentive Instruments in Costa Rica*. M. Sc. Thesis. Dresden, University of Technology, Faculty of Forest-Geo-Hydro- Sciences. 115 p.

Table 3: Three theoretical models for plantation forestry and their effect in profitability and the optimal rotation age for a hectare of *Cedrela odorata*

Institution	Financial Mechanism	Interest Rate	Volume m³/ha	Number of Payments	Amounts US\$/ha	WPFL US\$ / ha		Optimal Rotation Age	
PES Theoretical PPT	Payment of environmental service (PES) in annual payments	None		Annual equal payments	\$35.00	\$4,603.8 +\$437.50	↑	22 0	-
Theoretical model 1	Pre-purchase timber (PPT)	8%	4.4m³ / yr 40 (325pmt/m³)	9 progressive payments (age 3-11)	\$78.65 (age 3) \$84.9 (age 4) \$91.7 (age 5) \$99.1 (age 6) \$107.0 (age 7) \$115.5 (age 8) \$124.8 (age 9) \$134.7 (age 10) \$145.5 (age 11)	\$4,123.0 (-\$43.1)	↓	24 +2	↑
PPT Theoretical model 2	Pre-purchase timber (PPT)	8%	6.3m³ / yr 50 (325pmt/m³) (age 4-11)	8 progressive payments	\$112.8 (age 4) \$121.8 (age 5) \$131.6 (age 6) \$142.1 (age 7) \$153.5 (age 8) \$165.8 (age 9) \$179.8 (age 10) \$193.4 (age 11)	\$4,082.65 (-\$83.61)	↓	25 +3	↑

EL MONITOREO ECOLÓGICO Y EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Un enfoque interdisciplinario para el desarrollo de una herramienta práctica, con énfasis en bosques de alto valor para la conservación certificados por el FSC

Bryan Finegan¹, Guillermo Navarro¹, Diego Delgado¹,
Yadid Ordoñez², Yady Zea³

La forma de establecer el efecto del manejo sobre los bosques es a través del monitoreo. El monitoreo en sí no es algo nuevo; todo buen manejador del bosque lo implementa continuamente, aunque puede ser que no de manera consciente. El monitoreo implica reunir información con el propósito de utilizarla para mejorar el manejo del bosque.

El monitoreo ecológico, por su parte, permite determinar la ocurrencia, tamaño, dirección e *importancia* de los cambios que se dan en indicadores de biodiversidad claves para determinar la calidad del manejo de un recurso en el caso que nos ocupa, del bosque. Los cambios que interesan son *resultados* del manejo; es decir, los cambios producidos por las operaciones de manejo que se están aplicando y que, por lo tanto, pueden reducirse o eliminarse mediante modificaciones al plan de manejo, si se nota que tales cambios son indeseables. Este tipo de manejo que permite detectar cambios (aprendizaje) mediante el monitoreo, y se hacen modificaciones (mejoras) al plan de manejo según lo aprendido, se llama *manejo adaptativo*, el cual es un requisito indispensable para alcanzar un buen manejo forestal.

Sin embargo, el monitoreo ecológico en los bosques tropicales ha contribuido poco a mejorar la calidad de su manejo; su papel en procesos tendientes a promover prácticas sostenibles de manejo, como la certificación forestal, ha sido hasta el momento limitado. Esto tiene varias explicaciones. Una de ellas radica en la dificultad que afrontan los manejadores al momento de diseñar programas de monitoreo ecológico prácticos y relevantes, ya que en la mayoría de los casos se tienen problemas

para enfrentar la aparente complejidad que conlleva la evaluación de la biodiversidad en zonas tropicales, y también para obtener recursos para implementar tales programas.

En el caso de Mesoamérica, no obstante la amplia investigación ecológica realizada en los bosques naturales, y el hecho de que esta fue la primera región tropical que acogió activamente la certificación, no existe una metodología práctica y relevante que satisfaga los requerimientos para el monitoreo del impacto ecológico de operaciones forestales. Este es un vacío importante que debe solventarse si realmente se quieren implementar prácticas de manejo sostenible en estos ecosistemas. Lo anterior motivó a diversas organizaciones como WWF Centroamérica, CATIE, el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Estatal de Oregon (OSU), y la ONG guatemalteca Naturaleza para la Vida (NPV), a formar una alianza para la elaboración de una Guía que ofrezca una serie de enfoques metodológicos prácticos y relevantes para el monitoreo ecológico de actividades forestales certificadas, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación, según los protocolos y estándares del FSC.

En el 2004 se estará publicando esta Guía (Finegan y otros 2004), la cual ha sido organizada en seis secciones y una serie de anexos. Las secciones ofrecen información general sobre el monitoreo ecológico y presentan orientaciones para diseñar programas de monitoreo y para seleccionar elementos ecológicos a monitorear. Se presenta además un marco conceptual sobre cómo usar los datos del monitoreo para modificar el plan de manejo, y se ofrecen protocolos para las mediciones en campo de los indicadores ecológicos. Una de las secciones

¹Cátedra Latinoamericana de Ecología en el Manejo de Bosques Naturales. Departamento Recursos Naturales y Ambiente, Centro Agropecuario Tropical de Investigación y Enseñanza, 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica Correos electrónicos: bfinegan@catie.ac.cr; ddelgado@catie.ac.cr

²Correo electrónico: yordonez@catie.ac.cr

³Correo electrónico: yzea@catie.ac.cr

ofrece lineamientos para el establecimiento de límites entre los cambios aceptables y no aceptables para que el monitoreo sea realmente útil. La Guía ya cuenta con procesos de validación en bosques del Petén, Guatemala y en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua (RAAN).

En la RAAN se implementaron dos estudios en unidades de manejo forestal administradas por la empresa PRADA. Dichos estudios buscan, el primero, establecer la magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados por diferentes intensidades de aprovechamiento sobre indicadores ecológicos de filtro grueso y fino propuestos por la Guía (Ordoñez 2003), y el segundo, determinar el efecto de los costos de ejecución del monitoreo en la rentabilidad del manejo forestal (Zea 2003). Las variables ecológicas y económicas partieron de información tomada en un área bajo aprovechamiento de alta intensidad (AAI), de tipo convencional, donde se extrajo un año antes de la evaluación un promedio de $17.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; y un área bajo aprovechamiento de baja intensidad (ABI), en donde se extrajeron tres meses antes de los estudios un promedio de $6.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Para el trabajo de Ordoñez se contó además con un área de bosque no perturbado usado como referencia (BR).

Ordoñez (2003) encontró que los indicadores de filtro grueso de estructura y composición del rodal difieren entre bosques. El valor para el indicador densidad del rodal $\geq 10 \text{ cm dap}$ fue estadísticamente superior en el BR (525 ± 131 árboles por hectárea) y en el AAI (546 ± 171) que en el ABI (418 ± 110), resultado que parece no corresponder a un efecto del manejo en sí. El porcentaje de apertura en el dosel fue mayor en los bosques aprovechados y sus sotobosques fueron más densos que el BR. En cuanto al área basal no se encontraron diferencias entre bosques.

La comunidad de mariposas mostró diferencias altamente significativas en cuanto a la riqueza y diversidad de especies entre bosques, siendo a los bosques manejados los más ricos y diversos. Esto probablemente se debió a la mayor heterogeneidad ambiental provocada por la intervención, lo que favoreció a ciertas especies. Se observó además un incremento en la proporción de especies de mariposas características de sitios perturbados en los bosques manejados; la proporción de especies características de sitios no perturbados fue menor en estos bosques (8%, 6% y 37% en los bosques ABI, AAI y BR respectivamente).

No obstante las diferencias estadísticas encontradas entre bosques para los indicadores de apertura del dosel, estructura vertical y comunidad de mariposas, al utilizar el enfoque de la Guía para determinar umbrales de impacto, se estableció que el impacto provocado en todos los indicadores ecológicos se puede considerar como aceptable.

Zea (2003), en tanto, determinó que para intensidades bajas de aprovechamiento, como el que presenta el ABI, realizar actividades de monitoreo no resulta rentable, pues se presentan costos que no son compensados por los ingresos de la actividad. Al agregarse un costo (monitoreo ecológico), el valor del bosque (VB) adquiere valores negativos, los cuales pueden actuar como desincentivo para acoger programas de monitoreo dentro de las actividades de manejo del bosque.

Al presentar mayores volúmenes de extracción, se obtienen mayores ingresos que compensan actividades adicionales como el monitoreo. Zea (2003) recomienda que en la toma de decisiones sobre recomendar hacer o no el monitoreo, no se debería optar por realizarlo para intensidades bajas de aprovechamiento ($< 10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Este último criterio de decisión, desde un punto de vista económico, concuerda con el que se desprende del estudio de Ordoñez, donde, desde un punto de vista ecológico, tampoco se justifica monitorear operaciones que presentan aprovechamientos de bajos volúmenes de madera con técnicas de impacto reducido.

Bibliografía

- Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger, S. 2004. Monitoreo ecológico en Bosques de Alto Valor para la Conservación manejados certificados por el FSC: Una guía para certificadores y manejadores de bosques en el trópico húmedo. WWF Centroamérica, CATIE, OSU.
- Ordoñez, Y. 2003. Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de sostenibilidad en bosques bajo manejo forestal en el trópico húmedo, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 74 p.
- Yady, Z. 2003. Análisis económico del manejo forestal sostenible: implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo en Bosques con Alto Valor para la Conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 95 p + anexos.

ANÁLISIS INTEGRAL DE LA VULNERABILIDAD A AMENAZAS NATURALES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE AMÉRICA CENTRAL

Francisco Jiménez, Jorge Faustino, Sergio Velásquez¹

Resumen

Se presenta una metodología desarrollada en el CATIE para el análisis de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres naturales en cuencas hidrográficas. El proceso considera la determinación participativa del grado de vulnerabilidad, en las comunidades que conforman la microcuenca o subcuenca en estudio, basada en indicadores cuantitativos. También se determinan factores críticos que pueden aumentar la vulnerabilidad. La integración y espacialización de ambos componentes permite obtener un mapa de vulnerabilidad con áreas críticas o prioritarias de intervención identificadas. Los resultados obtenidos son validados con actores locales claves; además, se elaboran planes de acción para reducir la vulnerabilidad, se divultan los resultados y se presentan y entregan a las autoridades locales y nacionales.

1. Introducción

La vulnerabilidad se refiere al grado de daño o pérdida que pudiera sufrir un elemento o grupo de elementos bajo riesgo (personas, edificaciones, instalaciones, ecosistemas, bienes, servicios públicos, ambiente), como resultado de la ocurrencia de un evento de cierta magnitud e intensidad, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total). La diferencia de vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento peligroso determina la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos. El análisis y evaluación de la vulnerabilidad contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo, el cual es producto de la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad.

El análisis de vulnerabilidad es un proceso para determinar los componentes críticos o susceptibles de daño, pérdida o interrupción de los elementos bajo riesgo, así como las medidas de mitigación que deben implementarse ante una amenaza específica o un grupo de ellas. Estas medidas incluyen la determinación de áreas críticas a fin de priorizar las acciones y aprovechar mejor los recursos económicos, logísticos y humanos. Para facilitar la determinación de la vulnerabilidad de una cuenca, se acostumbra dividir la vulnerabilidad global en varios tipos de vulnerabilidad, aunque sin perder de vista que

cada una de ellas constituye solamente un enfoque para analizar una situación global y que la mayoría están estrechamente interrelacionadas.

América Central es una de las regiones más propensas a desastres en el mundo. Las características climáticas, geomorfológicas, geográficas y socioeconómicas, así como la degradación de los recursos naturales y la mala gestión ambiental, potencian la capacidad de afectación de las amenazas naturales, principalmente ciclones tropicales, inundaciones, sequías, deslizamientos y sismos. En eventos catastróficos, como por ejemplo el huracán Mitch, quedó claramente establecida la interrelación entre el manejo de las partes altas y medias de las cuencas hidrográficas y los efectos en las cuencas bajas. Las consecuencias de la mala gestión de la tierra se manifiestan en la cuenca baja en situaciones extremas en la disponibilidad y calidad del suministro de agua, mayor vulnerabilidad de la población, reducción de la capacidad de generación eléctrica debido a cursos de agua sedimentados y al daño a los ecosistemas costeros.

El objetivo de este documento es presentar el enfoque metodológico utilizado en estudios específicos realizados con estudiantes de maestría del CATIE, en diferentes cuencas de América Central, sobre el tema de análisis de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres naturales.

2. Metodología

El procedimiento metodológico general desarrollado para realizar los estudios de vulnerabilidad a amenazas naturales en microcuencas y subcuencas se esquematiza de manera general en la figura 1. La vulnerabilidad global se subdivide en social, económica, política, institucional, ideológica, cultural, educativa, física, técnica, ecológica, según Wilches-Chaux (1989). Para cada tipo de vulnerabilidad se identifican indicadores representativos por cuenca (Cáceres 2001). Cada indicador se caracteriza cualitativamente y se le asigna una valoración: Muy alta (4), Alta (3), Media (2), Baja (1), Muy baja o nula (0). La asignación de los límites cuantitativos de los indicadores se

¹CATIE, Departamento Recursos Naturales y Ambiente. Correo electrónico: fjmenez@catie.ac.cr, svelasqu@catie.ac.cr, jfaustino@cablecolor.hn

hace de acuerdo con la situación que presenten en la cuenca, se puede hacer para grupos de microcuencas o subcuenca, o bien de manera individual para cada una de ellas.

El valor promedio de cada tipo de vulnerabilidad se obtiene como resultado de dividir el valor promedio de los indicadores evaluados entre el valor máximo posible de cada indicador y multiplicando ese resultado por 100. El mismo procedimiento aplica para el análisis de los factores críticos que pueden aumentar la vulnerabilidad (por ejemplo: tipo de cobertura, pendiente, intensidad de uso del suelo, cantidad de lluvia) que se indican en la figura 1.

Los diferentes tipos de vulnerabilidad, así como los factores críticos mencionados, pueden ser ponderados asignándole pesos relativos para obtener la vulnerabilidad global, según se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{Vulnerabilidad Global} = [(a * F) + (b * F) + (c * F) + (d * F) + (e * F) + (f * F) + (g * F) + (h * F) + (i * F) + (j * F)] / 100$$

donde:

a = Vulnerabilidad física, b = Vulnerabilidad social,
 c = Vulnerabilidad ecológica, d = Vulnerabilidad económica,
 e = Vulnerabilidad política, f = Vulnerabilidad técnica,
 g = Vulnerabilidad ideológica, h = Vulnerabilidad cultural,
 i = Vulnerabilidad educativa, j = Vulnerabilidad institucional,
 F = Contribución relativa (%) a la vulnerabilidad global

Cuadro 1. Caracterización de la vulnerabilidad según su valoración porcentual

Vulnerabilidad (%)	Caracterización
0-19.9	Muy baja
20-39.9	Baja
40-59.9	Media
60-79.9	Alta
80-100	Muy alta

La caracterización de cada tipo de vulnerabilidad y de la vulnerabilidad global se puede hacer comparando los valores obtenidos con los del cuadro 1. La sobreposición ponderada de los diferentes tipos de vulnerabilidad, mediante la utilización de SIG (por

ejemplo, utilizando ArcView 3.3, extensiones Spatial Analysis y Model Builder), permite determinar la espacialización de la vulnerabilidad global, para obtener el mapa de vulnerabilidad de la cuenca. Un procedimiento similar se utiliza para los factores críticos que aumentan la vulnerabilidad, para obtener el mapa de factores críticos.

La integración de la vulnerabilidad con los factores críticos se realiza mediante la sobreposición ponderada de ambos mapas, lo que da como resultado el mapa de áreas críticas. Las áreas más prioritarias de intervención para implementar planes de mitigación son aquellas en que coinciden la vulnerabilidad alta o muy alta y los factores críticos con caracterización alta o muy alta. Los resultados obtenidos se validan con la colaboración de actores locales claves, se programan las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad, se define un plan de acción para su implementación y se hace la presentación y entrega del estudio a las autoridades.

3. Resultados

Resultados con algunas variantes de la aplicación de esta metodología de análisis de la vulnerabilidad ante amenazas naturales pueden ser revisados en las tesis de maestría presentadas a la Escuela de Posgrado del CATIE: Buch (2001), Cáceres (2001), Meléndez (2001), Rivera (2002), Gómez (2003), Reyes (2003), Parra (2003).

A fin de ilustrar los resultados de la aplicación de la metodología se presentan a continuación algunos productos del estudio de Reyes (2003). El cuadro 2 muestra los niveles de vulnerabilidad en la microcuenca Talgua. La vulnerabilidad física, técnica e institucional presentaron los valores más altos. Aunque la mayoría de las comunidades presentaron vulnerabilidad alta, La Florida mostró ser la más vulnerable. La integración y espacialización de la vulnerabilidad con factores críticos como el tipo de cobertura vegetal, pendiente, uso actual del suelo y cantidad de lluvia (para el caso de deslizamientos, por ejemplo), permite obtener un mapa con áreas críticas o prioritarias de intervención (figura 3) para reducir la vulnerabilidad a esa amenaza natural.

Cuadro 2 Resumen de promedios por cada tipo de vulnerabilidad en las diferentes comunidades conforman la microcuenca del Río Talgua, Honduras

Comunidad	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	VG	Valoración
Buena Vista	3,01	1,67	2,33	3,00	1,33	4	2,7	2,7	3,5	4	70,44	Alta
Flor del Café	3,36	1,33	1,67	3,25	1,33	4	2,7	2,7	2,5	4	66,94	Alta
Pinabetal	2,98	1,00	2,00	3,00	1,33	4	2,7	2,7	2,5	4	65,36	Alta
La Florida	3,53	1,67	3,00	3,00	1,33	4	2,7	2,7	4,0	4	74,66	Alta
La Unión	2,92	0,67	1,33	2,50	1,00	4	2,7	2,7	1,5	3	55,63	Media
Santa Fe	3,36	1,50	3,00	2,50	1,33	4	2,7	2,7	3,5	4	71,31	Alta
Promedios	3,19	1,31	2,22	2,88	1,28	4,00	2,67	1,67	2,92	3,83	67,4	Alta
% / Tipo	79,8	32,6	55,6	71,8	32,0	100	66,7	66,7	73,0	95,8	---	Alta

V1 = V. física, V2 = V. social, V3 = V. ecológica, V4 = V. económica, V5 = V. política, V6 = V. técnica, V7 = V. ideológica, V8 = V. cultural, V9 = V. educativa, V10 = V. institucional, VG = V. global (%).

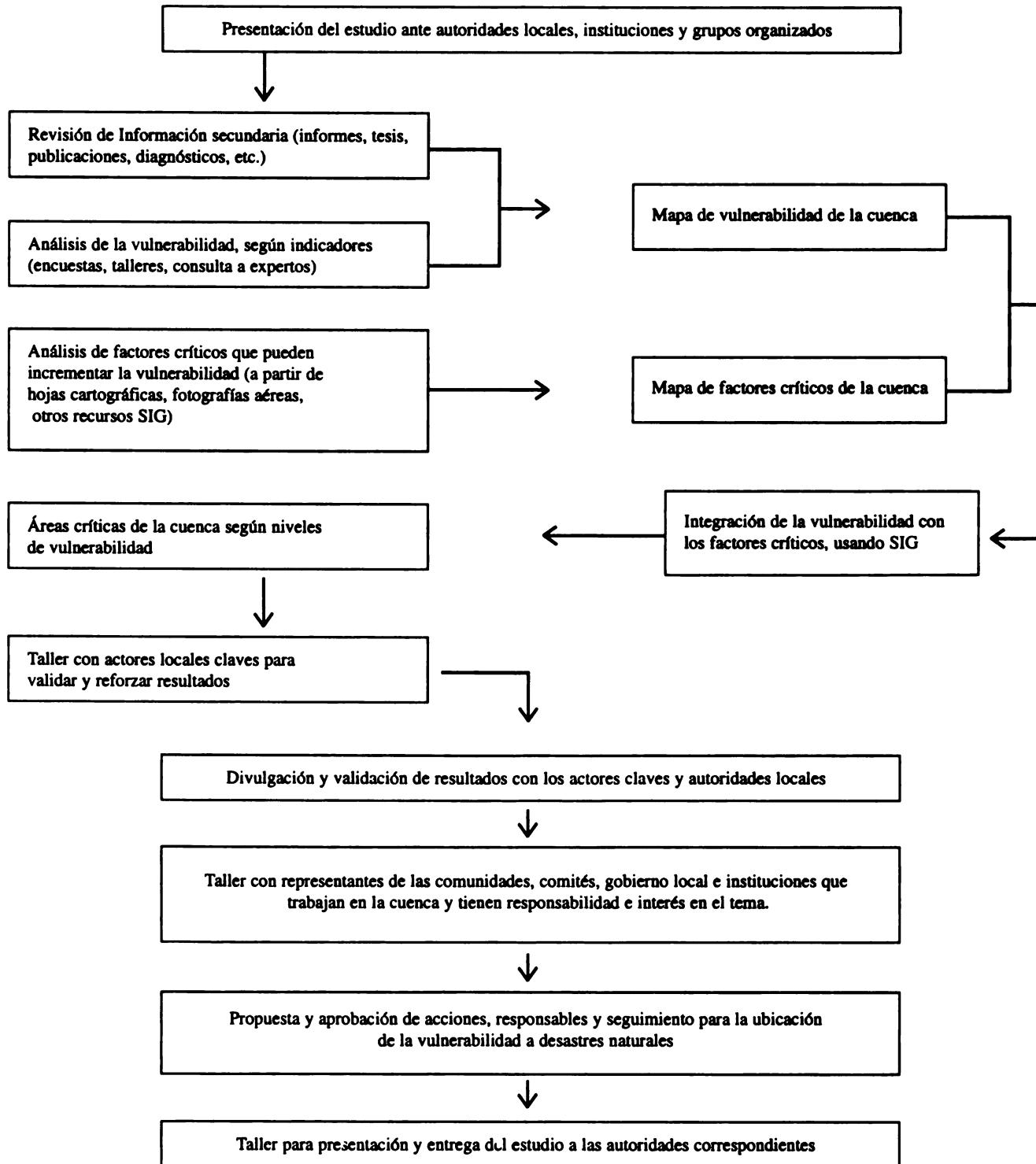


Figura 1. Esquema metodológico para la determinación de la vulnerabilidad ante desastres naturales y su espacialización en cuencas hidrográficas

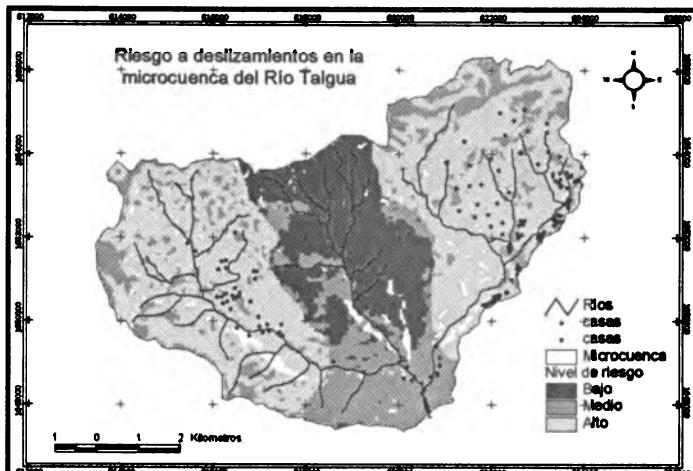


Figura 2. Vulnerabilidad a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

4. Conclusiones

En la prevención de desastres naturales a nivel de microcuencas y subcuencas, la vulnerabilidad es el único componente del riesgo que el hombre puede modificar, para conocer quiénes son vulnerables, a qué son vulnerables y por qué lo son. La metodología propuesta es de mucha utilidad en el análisis de la vulnerabilidad. Su aplicación en diferentes cuencas de América Central ha permitido aprender algunas lecciones importantes y necesarias en el proceso para reducir la vulnerabilidad y, con ello, el riesgo de ocurrencia de desastres naturales:

- El fortalecimiento de la capacidad de gobiernos y organizaciones locales para abordar los problemas del uso de la tierra y el manejo de las cuencas hidrográficas.
- Apoyo a la protección de cuencas hidrográficas críticas y a la restauración de sistemas ecológicos para mitigar los efectos de futuros desastres naturales.
- La planificación, como actividad fundamental para la reducción de desastres, se debe desarrollar a todos los niveles, especialmente a nivel municipal y local.
- Es necesario promover un proceso en el que todos los actores contemplen la participación de las comunidades como sujetos activos de la gestión del riesgo, y fortalecer el empoderamiento real y la autogestión comunitaria como una alternativa eficaz y eficiente para reducir los desastres en la región.
- El impacto de los desastres es agravado por la pobreza, por el uso inadecuado del suelo y de los recursos naturales, por la ausencia de políticas y estrategias destinadas a la gestión del riesgo, por la falta de conciencia y de inversión en las acciones de preparación, prevención y mitigación.

Bibliografía

- Buch Texaj, MS. 2001. Evaluación del riesgo a deslizamientos en la subcuenca Matanzas, Río Polochic, Guatemala. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 152 p.
- Cáceres Johnson, K. 2001. Metodologías para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: aplicación a la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 124 p.
- Gómez Rivera, SN. 2003. Análisis de la vulnerabilidad con énfasis en seguía en la subcuenca del Río Aguas Calientes, Somoto, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p.
- Meléndez Valle, BA. 2001. Uso de los recursos naturales y su relación con la vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos en la cuenca del Río Tuis, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 93 p.
- Parra Pichardo, YK. 2003. Análisis de vulnerabilidad a deslizamientos y avalanchas en la zona de Orosi, Costa Rica. Proyecto de Tesis MSc en Manejo de Cuencas Hidrográficas, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 40 p.
- Reyes Sandoval, WM. 2003. Vulnerabilidad a desastres naturales, determinación de áreas críticas y propuesta de mitigación en la microcuenca del Río Talgua, Honduras. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 118 p.
- Rivera Torres, LH. 2002. Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 158 p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. La vulnerabilidad global. In: Los desastres no son naturales. A. Maskrey Comp. Colombia, La Red. p. 9-50

EXPERIENCIAS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN CUENCAS EN AMÉRICA CENTRAL

Francisco Jiménez, Jorge Faustino, José Joaquín Campos,
Francisco Alpízar, Sergio Velásquez¹

Resumen

Se presentan experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas en Costa Rica, El Salvador y Honduras. Excepto en Costa Rica, donde existen algunas experiencias consolidadas de mecanismos de PSA en cuencas hidrográficas, en el resto de América Central todavía el nivel de avance es bastante incipiente. En la mayoría de los casos, los esquemas de PSA en cuencas se asocian con el recurso hídrico y más específicamente con la protección de microcuencas que abastecen de agua a la población; esto se debe tanto al interés de las comunidades en este recurso vital, como a la posibilidad de diseñar un esquema de generación de fondos a través de la tarifa hídrica. Algunas experiencias de PSA son en cuencas que aprovechan el agua para la generación de energía eléctrica.

1. Introducción

La valoración y pago de los servicios ambientales es uno de los aspectos de mayor relevancia en las discusiones y foros locales e internacionales en los últimos años. Para el manejo de cuencas hidrográficas, el pago por servicios ambientales (PSA) representa una opción muy importante para dar sostenibilidad a los programas que se están implementando. La Declaratoria de Arequipa, dada en el marco del III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas (2003), indica que "Es tiempo de acción para adoptar o incrementar sistemas de pago por servicios ambientales en las cuencas, los que constituyen mecanismos de compensación directos, flexibles y promisorios, donde los proveedores de los servicios ambientales reciben un pago a tales servicios por parte de los usuarios, originando una oportunidad realista de contribución al manejo integrado de los recursos hídricos con equidad dentro de las cuencas hidrográficas."

En América Central, si bien el tema no es nuevo, las experiencias operativas de sistemas de PSA en cuencas hidrográficas son muy limitadas, aunque existen varias iniciativas en proceso de planificación e implementación. Costa Rica es el país de la

región que tiene el marco legal e institucional más avanzado y el que ha acumulado mayor experiencia con PSA ofrecidos por los ecosistemas forestales en las cuencas hidrográficas. Además, existen convenios voluntarios con empresas privadas y públicas mediante los cuales se aportan recursos económicos para el PSA en cuencas hidrográficas.

2. Experiencias de PSA en cuencas hidrográficas en Costa Rica

2.1 El esquema estatal de PSA

El esquema estatal de PSA de Costa Rica se basa en la Ley Forestal que crea el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Esta Ley también da contenido presupuestario al PSA, al establecer que un tercio de lo recaudado con el impuesto selectivo de consumo a los combustibles y otros hidrocarburos (3.5% a partir del 2001) debe dedicarse a programas de compensación a los propietarios de bosques y plantaciones forestales, por los servicios ambientales que esos sistemas brindan.

Según la Ley Forestal, son sujetos del PSA aquellas personas físicas o jurídicas que demuestren que son dueños de una propiedad y voluntariamente comuniquen el deseo de someter sus tierras bajo alguna modalidad de producción forestal. Esta relación entre el Estado y el propietario privado se formaliza mediante un contrato, en el cual se definen los compromisos de cada parte. El manual de procedimientos para el PSA en Costa Rica establece tres modalidades de combinación de usos de la tierra y sistemas de producción que son sujetos de este reconocimiento: protección de bosques, reforestación y manejo de bosques. Los montos y plazos de pago son diferentes para cada una de las modalidades. Los montos se establecen en el primer trimestre de cada año y deben actualizarse según la tasa de devaluación del colón con respecto al dólar. Para todas las modalidades, los pagos se realizan en un plazo de cinco años (Cuadro 1); sin embargo, los contratos tienen diferentes plazos.

¹CATIE. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. E-mail: fjmencz@catie.ac.cr, jfaustino@cablecolor.hn, jcamps@catie.ac.cr, falpizar@catie.ac.cr, sve-lasqu@catie.ac.cr

Los contratos de PSA-Protección tienen una duración de cinco años; los de PSA-Manejo, 10 años y los PSA-Reforestación, un plazo igual al tiempo de cosecha de la especie, siempre que no exceda de 15 años, en cuyo caso ese será el plazo de vigencia.

Cuadro 1. Distribución anual de los fondos por pago de servicios ambientales, según la Ley Forestal de Costa Rica

Modalidad	Distribución por año (%)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PSA-Protección	20	20	20	20	20
PSA-Reforestación	50	20	10	10	10
PSA-Manejo	50	20	10	10	5

2.2 Convenio de PSA con la empresa Energía Global

Esta empresa privada utiliza las aguas de los ríos San Fernando y Volcán, Zona Norte de Costa Rica, para la generación de energía hidroeléctrica. El convenio tiene como propósito desarrollar actividades de protección, reforestación y manejo en ambas cuencas. El monto reconocido por pago de servicio ambiental (\$10/ha/año) se transfiere directamente a los productores, una vez formalizados los contratos forestales entre FONAFIFO y los beneficiarios (Campos et al. 2001). Ese monto representa cerca del 25% de los costos que tiene el Estado para hacer el PSA en estas cuencas. El restante 75% se cubre mediante el esquema general de PSA estatal.

2.3 Convenio de PSA con la Hidroeléctrica Platanar

La Compañía Platanar utiliza las aguas del río Platanar en el cantón de San Carlos, Alajuela, para generación eléctrica. Se han firmado dos convenios para promover y fomentar la protección, reforestación y manejo de la cuenca. El primero aplica a propietarios con título de propiedad; Hidroeléctrica Platanar cubre US\$15/ha/año y FONAFIFO aproximadamente US\$25/ha/año. El segundo aplica a propietarios sin título de propiedad, quienes reciben un total de US\$30/ha/año, los cuales son aportados en su totalidad por la empresa (Ortiz 2002).

2.4 Convenio de PSA con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL)

La CNFL tiene dos convenios básicos con FONAFIFO. El primero se desarrolla en la parte alta de la cuenca del río Virilla, San José, donde la CNFL desarrolla desde hace 15 años un programa de manejo de la cuenca con diferentes componentes. Este convenio está bajo el esquema estatal de PSA, y tiene como fin la protección, reforestación y manejo de áreas forestales que contribuyan a la protección del recurso hídrico en la cuenca. El financiamiento no proviene del impuesto a los combustibles, sino de un contrato de compra y venta de servicios ambientales, financiado por el Gobierno de Noruega por US\$2 millones.

El segundo convenio es un marco general para ir incorporando al PSA diferentes cuencas de interés para la construcción de proyectos hidroeléctricos. Hasta la fecha, se han incorporado las cuencas del río Aranjuez, río Balsa y el lago Cote. El fin de este convenio es promover la modalidad de protección de las cuencas mediante PSA. El propietario recibe \$40 por la protección de su bosque. Además, se rompe el tope de 300 ha y cinco años, establecido en el esquema estatal de PSA; los propietarios aseguran los recursos al menos por diez años, ya que este será el periodo de vigencia de los contratos, los cuales podrán prorrogarse de común acuerdo.

2.5 Convenio de PSA con la Compañía Florida Ice and Farm y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH)

La primera empresa se dedica a la producción de cerveza y refrescos naturales, y al embotellado de agua. El agua que utiliza proviene de manantiales cuyas zonas de infiltración (recarga) están en la parte alta de la cuenca del río Segundo. Esta empresa aporta US\$45/ha/año para los propietarios de áreas dedicadas a la protección de la cuenca. La segunda empresa provee de agua a varios cantones de Heredia y toma el recurso de la misma cuenca. Ambas empresas unieron esfuerzos para lograr un mayor impacto en la protección de la cuenca. La ESPH aporta US\$22 adicionales para ese mismo fin, resultando en un PSA al propietario de US\$67/ha/año (Ortiz 2002).

2.6 Esquema de cobro y pago por PSA hídrico: el caso de la ESPH

La ESPH es la encargada de brindar servicios públicos en la provincia de Heredia, Costa Rica. Con el fin de proteger el recurso hídrico y asegurar su abastecimiento futuro en cantidad y calidad, ha llevado a la práctica el uso del instrumento tarifario como medio para generar fondos destinados a financiar el programa para la protección, conservación, reforestación y recuperación de las microcuencas de interés de la empresa: río Ciruelas, río Segundo, Tibás y Bermúdez. El ajuste tarifario consiste en el cobro de una tarifa hídrica de 1.90 colones/m³ (1US\$=420 colones, enero 2004) de agua consumida. El ajuste consiste en incluir, dentro de la tarifa por servicio de agua potable, la tarifa hídrica.

2.7 Incorporación del manejo de cuencas en la estructuras tarifaria del servicio público de agua

En el ajuste tarifario por el servicio de acueducto y alcantarillado sanitario aprobado por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) a finales del 2002, se incluyó dentro del plan de inversiones que justifican dicho ajuste, un componente destinado a la creación y fortalecimiento de Unidades de Vigilancia y Protección de Cuencas Hidrográficas, responsables de coordinar estudios en las cuencas y en áreas de recarga de acuíferos de abastecimiento de agua. Si bien, el monto aprobado representa cerca del 3,35% (US\$3,5 millones para los próximos cuatro años)

del conjunto de inversiones que sustentan el ajuste, este significa un paso importante para distribuir el costo de manejar las cuencas.

2.8 Canon ambiental por vertidos

El gobierno de Costa Rica, a través del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), emitió en abril del 2003, el decreto de reglamento de creación del Canon Ambiental por Vertidos (CAV). Este reglamento aplica a todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen directa o indirectamente los cuerpos de agua para introducir, transportar, diluir y/o eliminar vertidos que provoquen modificaciones en la calidad física, química y biológica del agua. El CAV es un instrumento económico de regulación que se fundamenta en el principio de "quien contamina paga". El reglamento establece como monto del canon, para un período de seis años, la suma de US\$0,22 por cada kilogramo demanda química de oxígeno de vertido y US\$0,19 por cada kilogramo de sólidos suspendidos totales. Los fondos recaudados por el MINAE a través de la aplicación de este canon deberán ser invertidos en la cuenca hidrográfica donde se generen y solo en los rubros de inversión y en las proporciones que establece el reglamento.

3. Experiencias de PSA en cuencas hidrográficas en otros países centroamericanos

3.1 PSA en la cuenca del río Cara Sucia, El Salvador

Las experiencias se han desarrollado en el Municipio de San Francisco Menéndez, Departamento de Ahuachapán, con microcuencas que abastecen de agua a las comunidades de los Conacastes y Cara Sucia. En ambos casos, el sistema de agua potable comunitario se abastece de ríos que nacen en el Parque Nacional El Imposible. En Concastes, el sistema es administrado por la Asociación Fuente de Vida, la cual paga US\$40 por mes por concepto de pago por el servicio ambiental de "protección del recurso hídrico", bajo la figura de pago parcial del salario de un guarda cuenca encargado de cuidar las zonas de recarga, claves para el funcionamiento del sistema. El dinero proviene de la tarifa hídrica que pagan los usuarios. El pago se hace a la Fundación Natura, administradora del parque.

En el caso de Cara Sucia, el acueducto es manejado por la Asociación Comunitaria El Progreso del Siglo, la cual cobra la tarifa por el servicio domiciliar de agua potable. La Asociación aporta US\$137 por mes a la Fundación Natura para el pago completo de un guarda cuenca encargado de cuidar la zona de recarga de la microcuenca que abastece el acueducto (Herrador, Dimas y Méndez 2002).

3.2 PSA en cuencas del Departamento de Colón, Honduras

Esta iniciativa plantea que la estrategia más viable de PSA en el

Departamento de Colón es el pago de mejoras para el saneamiento de las cuencas abastecedoras de agua, pequeñas y medianas (50-100, 500-700 ha), donde la mayor parte de los ocupantes no cuentan con dominio pleno de propiedad y de donde se obtiene el 40% del agua que consume la población del Departamento. La Pastoral Social ha planteado una estrategia que permita crear mecanismos de PSA adaptados a la realidad de la región, a través de los cuales se puedan gestionar fondos derivados del canje de deuda por fijación de carbono. Con este fin, se creó un *Fondo Ecológico*, mediante el cobro del 5% de todos los proyectos gestionados por la Pastoral.

Con base en avalúos, se ha estimado que el precio máximo de una hectárea con vocación forestal es de USD\$300. De este valor, se considera que la comunidad debe aportar un mínimo de 15% (US\$45) por hectárea y el Fondo Ecológico US\$255. Así, con este pago único de US\$300 como máximo, que se realizaría una vez el ocupante abandona la tierra y previa firma de un convenio, se consigue la protección de una hectárea de bosque por un tiempo indefinido. Luego de rehabilitada la microcuenca, se solicita la declaratoria de área forestal protegida, a través de COHDEFOR. La comunidad se responsabiliza de velar por la preservación de la cuenca. (Pastoral de la Tierra y Medio Ambiente 2000).

3.3 PSA en Jesús de Otoro, Intibucá, Honduras

Esta experiencia piloto de PSA busca la conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos de la microcuenca del río Cumes (31 km²), donde se localizan cuatro tomas de agua con un caudal de 37.34 millones de metros cúbicos anuales, que abastecen a cerca de 1700 abonados en la zona urbana y aldeas de la ciudad de Jesús de Otoro. La experiencia es apoyada por PASOLAC y liderada localmente por la Junta Administradora del Sistema de Agua Potable y Disposición de Excretas (JAPOE). Ya se iniciaron acciones de conservación con 30 fincas cercanas a los sitios de toma de agua. Los fondos para el financiamiento de las acciones provienen del acuerdo de destinar un Lempira mensual de la tarifa por el servicio de agua, para este fin. En la actualidad los recursos del fondo de PSA se están invirtiendo en el acompañamiento, capacitación y obras destinadas a mejorar la calidad del agua producida en el área de recarga más próxima a las tomas de agua de los acueductos (Mejía y Barrantes 2003).

4. Conclusiones

La mayoría de los esquemas de PSA en cuencas se asocian con la protección del recurso hídrico, y más específicamente, con la protección de microcuencas que abastecen de agua a la población. Esto se debe tanto al interés de las comunidades en este recurso vital, como a la posibilidad de diseñar un esquema

de generación de fondos a través de la tarifa hídrica. No obstante, esta no debe ser la única alternativa para el financiamiento del manejo de las cuencas.

Es deseable contar con un marco legal y organizacional que faculte el cobro de los servicios ambientales, así como su traslado a los oferentes del servicio. Se deben utilizar mecanismos de cobro y pago transparentes y sencillos, que aseguren a la comunidad la inversión de los fondos para los fines propuestos. De preferencia los recursos deben manejarse a nivel local.

La inversión en protección y recuperación de la cobertura forestal en las cuencas que proveen de agua para consumo humano debe verse como parte del servicio de abastecimiento de agua potable. Los recursos recaudados por este concepto deben invertirse localmente en el desarrollo de acciones efectivas para la protección de estas cuencas.

Bibliografía

- Ardón, M; Barrantes, G. 2003. Experiencia de pago por servicios ambientales (PSA) de la Junta Administradora de Agua Potable y Disposición de Excretas (JAPOE) del Municipio de Jesús de Otoro, Intibucá, Honduras. Tegucigalpa, Honduras, PASOLAC. 48 p.
- Ortiz, E. 2002. Sistema de cobro y pago por servicios ambientales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica, ITCR, Serie Apoyo Académico No. 34. 28 p.
- Herrador, D; Dimas, L; Méndez, E. 2002. Pago por servicios ambientales en El Salvador: oportunidades y riesgos para pequeños agricultores y comunidades rurales. El Salvador, PRISMA. 95 p.
- Pastoral de la Tierra y Medio Ambiente. 2000. Experiencias de pago por servicios ambientales en el Departamento de Colón, Honduras. Diócesis de Trujillo. 23 p.
- Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. 2003. Declaratoria de Arequipa, 13 de junio del 2003. Arequipa, Perú. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 3 p.

THE PRICING OF PROTECTED AREAS IN NATURE-BASED TOURISM: A Local Perspective

Francisco Alpízar ¹

Resumen

Este artículo analiza la discriminación de precios entre grupos de visitantes a áreas protegidas y, dado que distintos tipos de visitantes pagan diferentes tarifas de entrada, se introducen también consideraciones distributivas en la fijación de la tarifa, particularmente relevantes para una agencia de parques que recibe visitantes de distintos orígenes. Basado en el modelo teórico, se calcula el precio de entrada óptimo y la recaudación asociada al mismo, para el caso empírico del sistema de áreas protegidas de Costa Rica.

1. Introduction

In this paper, I seek to provide the theoretical underpinnings for the optimal pricing of protected areas used in recreational activities, from the perspective of a local park agency interested in maximizing welfare. The approach will extend the existing literature on pricing of protected areas by introducing price discrimination between different groups of visitors. This allows for a more efficient adjustment to the distortions imposed by, for example, a cost recovery restriction. Another innovative element in the theoretical model is that, given that the agency charges different prices to different subsets of visitors, the model also includes a distributional dimension that is particularly relevant for a local park agency, receiving visitors from different origins or of different nationalities. Based on this theoretical foundation, the paper will provide an estimation of the optimal entrance fees and associated revenues for the Costa Rican National Park System. Costa Rica is one of the few countries in the world where entrance fees to protected areas have changed several times, allowing for the estimation of the demand for recreational-day-visits using actual visitation data. This input will be used to calculate optimal prices. Although other studies have explored the willingness to pay to enter specific protected areas in Costa Rica and elsewhere, to my knowledge none have attempted to estimate optimal prices based on welfare maximization, and only one (Chase *et al.* 1997) has calculated entrance fees that at least maximize revenues from foreign visits.

A well-designed system of fees can make the protected areas more financially self-sufficient, and, if the required information is available, they can also be used to manage visitation in order to avoid imposing an excessive burden on the natural environment, reduce congestion in some parks and smooth the seasonal pattern of visitation. A related issue is that if the protected area is located in a relatively poor host country and entrance fees are small and below the amounts that foreign visitors are willing to pay for enjoying the resource, then the perverse consequence is that the host country will subsidize recreation for visitors from richer countries (Laarman and Gregersen 1996).

Despite the importance of nationally protected areas for tourism in Costa Rica, the increase in tourism activities has not caused an increase in the government budget dedicated to managing and protecting this resource. On the contrary, this budget, together with international support, has been steadily decreasing. In 1994, the government decided to recover the costs of managing the parks for recreation, and started to price discriminate based on nationality. Since then, there have been several changes in price to foreign visitors, but little or no formal criteria have been used in the determination of price changes (Bermúdez 1996). An improvement in the criteria for setting the entrance fee is important not only for Costa Rica, but for the rest of the countries in the region, and potentially for other regions of the world attempting to develop an ecotourism strategy for their protected areas.

2. The economic model

This model will start with the assumption that there exists a local park agency in charge of managing the system of protected areas. In particular, it sets the price for recreational visits to the park system, pursuing the objective of maximizing welfare from the consumption of recreational services. For simplicity, let us assume that the park agency treats all parks as a single composite good, i.e. the price is the same for all parks. This is currently the situation in Costa Rica and is therefore consistent with the available data.

¹Departamento Recursos Naturales y Ambiente, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email: falpizar@catie.ac.cr

If the government is concerned with distributional issues, particularly regarding national and foreign visitors, and can exercise price discrimination between the two groups, then the maximization of weighted social welfare from visitation will result in pricing rules that take into account the differences between the two groups of visitors, and will therefore depart from the first best pricing rule. This paper will develop this analysis starting with a social welfare function and considering different scenarios depending on the available information at the time of calculation of the optimal entrance fees.

3. Application to international tourism in Costa Rica

This section contains an empirical application of the theoretical model developed in the previous section. The objective is to compute optimal prices for foreign and national visitors to the Costa Rican system of protected areas. The main input is the estimation of the demand of foreign visitors for recreation-day-visits as a function of the entrance fee. In addition, an estimate of marginal (c) and fixed (I) costs is also required. Only if the profits from the foreign tourist group do not cover the fixed costs, will the price to nationals deviate from the marginal cost-pricing rule, in which case demand information will also be needed for that group.

As mentioned in the introduction, Costa Rica is one of the few countries where entrance fees have changed several times, which provides enough information to estimate the demand for protected areas. The following table summarizes the main results of this empirical section:

4. Conclusions

This paper suggests a theoretical model for the optimal pricing of a system of protected areas used for recreation, by stressing the possibility of third degree price discrimination based on the visitor's nationality, and by stressing the distributional fairness of assigning different welfare weights to the consumer surplus of different groups of visitors. Price discrimination allows for a more optimal adjustment to the distortions created by a cost recovery requirement, and to possible external effects from changes in visitation. If the park authority assigns zero welfare weights to the consumer surplus of foreign visitors, the optimal price to foreign visitors follows a monopoly-pricing rule. When revenues from foreign visitors do not fully cover the fixed costs, the price charged to nationals has to recover the remaining fixed costs as well as its own variable costs.

Since May 2002, the Costa Rican park agency has set the prices for entering a national park at US\$7 per foreign visitor and approximately US\$2 per national visitor. Our analysis indicates that the practice of price discrimination can successfully raise revenues and achieve a more optimal pricing policy. If the local authorities aimed at maximizing only local welfare from recreational activities, then the empirical application of our model indicates that prices to foreign visitors could rise up to US\$8-12 depending on the approximate estimate of marginal costs. On the other hand, prices to nationals seem to follow the optimal pricing rule already, given that the increase in revenues from foreign visitors under the proposed optimal prices will most likely cover the fixed costs of recreation.

Table 1: Optimal prices and average monthly profit, in 2002USD

	$c = 0$	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$
Optimal prices to foreign visitors	9.9 (7.9-11.9)	11.1 (9.1-13.1)	12.3 (10.3-14.3)	13.5 (11.5-15.5)	14.7 (12.7-16.7)
Profit	170 323	150 831	133 567	118 279	104 742
Profit under today's prices	161 283	133 476	105 668	77 860	50 053



Afiches

RATIONAL FUNGICIDE USE IN COCOA

Improving Agents and Application Techniques

Roy Bateman^{1,2}, Eduardo Hidalgo³, Johnny García³

Martijn ten Hoopen^{1,3}, Ulrike Krauss^{1,3}, Valex Adonijah³

We provide an overview of a number of USDA funded trials on cocoa pod disease control, carried out at La Lola, Costa Rica, together with supporting laboratory research. The objective of this work was to assess the interactions between application techniques and fungicides (both biological and chemical) for the control of frosty pod rot *Crinipellis (Moniliophthora)* roreri and other pod pathogens.

Copper fungicides have long been amongst the most important cocoa fungicides, but concern is growing about the toxicity of these agents and their build-up in cocoa crop soils. Although copper is still permitted for organic production, this is increasingly being seen as an undesirable and incompatible control measure, with restrictions placed on its application. We have examined two groups of alternative agents: systemic chemicals (for non-organic production) and hyper-parasitic fungi; copper hydroxide was used as a standard (contact) control chemical. The patents of a number of systemic fungicides, among the triazoles and oxathiins, have recently expired and previously expensive products have become cheaper. The oxathiin, flutolanil, appears to show significant and cost-effective activity against basidiomycete pathogens such as *C. roreri* and evaluation is continuing as a short-term measure. Fungal control

agents constitute medium-term control tactics, and trials have included treatments of *Clonostachys* and *Trichoderma* spp. However, isolate selection and formulation of these agents are still in their infancy.

Most cocoa growers apply pesticides with simple manual, hydraulic equipment (if at all), although motorised mistblowers, which were originally developed for this crop, are used often, being more cost effective on larger holdings. In both cases, little research has been done to optimise pesticide dose transfer to the biological target in spray operations, and knowledge at the distributor / farmer level is extremely limited. We describe progress made in optimising mistblower machinery settings, and dose transfer to pods with hydraulic sprayers. In the latter case, substantial (>2x) improvements in efficiency may be achieved using narrow-angle cone nozzle combinations and pressure regulating valves.

Research to date has focused on selecting agents and improving application techniques, and is ongoing. There is further scope for reducing disease control costs by more targeted timing of application, reducing the number of applications per season.

¹CABI Bioscience, Ascot, Berks., SL5 5TA, UK

²IPARC, Silwood Park, Ascot, Berks., SL5 7PY, UK

³CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

DISEÑO DE PROYECTOS DE VENTA DE CARBONO ATRACTIVOS PARA PEQUEÑAS PLANTACIONES FORESTALES

Jaime Black Solís¹, Bruno Locatelli², Lucio Pedroni¹

1. Introducción

El dióxido de carbono (CO_2) es el principal gas de efecto invernadero. Afortunadamente, los bosques pueden contribuir a la mitigación del cambio climático fijando CO_2 a través de la fotosíntesis y del almacenamiento de carbono (IPCC 2000). La implementación de proyectos forestales bajo el "Mecanismo de Desarrollo Limpio" dentro del Protocolo de Kioto es compleja y tiene altos costos de transacción (Michaelowa y Stronzik 2002), lo cual limita la participación de pequeños productores en forma individual (Locatelli y Pedroni 2003). Por otra parte, los proyectos forestales no garantizan la permanencia del carbono almacenado (Dutschke 2001); los emisores de CO_2 desean pagar para reducir sus emisiones permanentemente, pero los productores sólo pueden ofrecer un secuestro temporal, pues en algún momento el carbono retorna a la atmósfera.

Este problema crea la necesidad de desarrollar un diseño institucional y financiero que brinde una solución al problema de la no permanencia y que a la vez sea atractivo para pequeñas plantaciones (Fig. 1). Con ello se lograría que los productores se involucren en el mercado internacional del carbono, aporten al desarrollo sostenible de su país y generen un beneficio real para la mitigación del cambio climático (Locatelli *et al.* 2003).

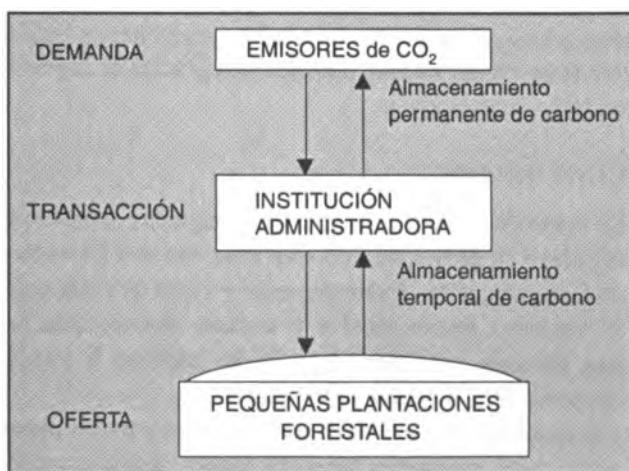


Figura 1. Diseño institucional de tres niveles

2. Metodología

En el marco general se diseñó una institución administradora (IA) para la cual, la solución a la permanencia está dada por el mantenimiento de una cantidad promedio de carbono almacenada en un área de plantación por un período de tiempo igual al tiempo de equivalencia (Fig. 2). En el esquema financiero, la IA recibe dinero al inicio del proyecto por la venta adelantada del carbono promedio almacenado; el dinero se coloca en una entidad financiera y con la generación de intereses se cubren los costos operacionales y el pago a los productores.

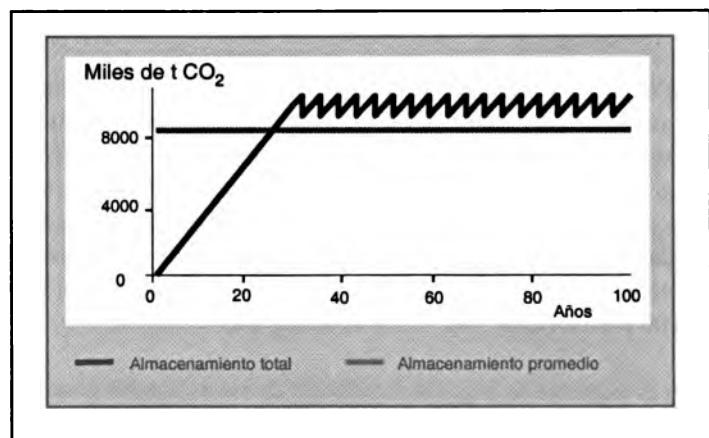


Figura 2. Ejemplo de evolución del almacenamiento de carbono

Para establecer la viabilidad y rentabilidad de un proyecto forestal, se desarrolló un modelo de cálculo con base en un conjunto de datos primarios (especie, calidad de sitio, ritmo de plantación, incentivo a productores y costos de transacción) y varias etapas de cálculo (Fig. 3). Mediante un modelo de simulación se calculó el precio mínimo que hace viable a un proyecto forestal, con los datos primarios dados. La información para los modelos se recopiló de literatura y mediante entrevistas a instituciones en Ecuador y Costa Rica (para determinar el funcionamiento y los costos internos de la IA) y productores en Costa Rica (para determinar su disponibilidad a desarrollar plantaciones bajo varios esquemas de incentivos). El incentivo a los productores se estableció mediante dos esquemas: uno como pago y otro como préstamo.

¹CATIE, jblack@catie.ac.cr, lpedroni@catie.ac.cr

²Cirad-Catie, bruno.locatelli@cirad.fr

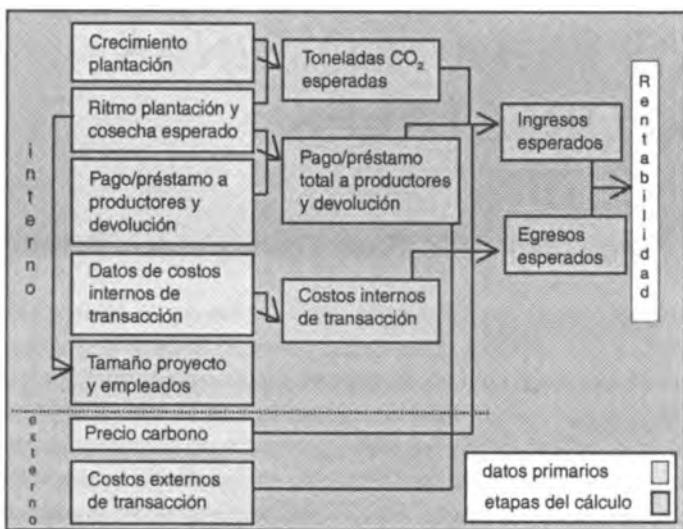


Figura 3. Esquema general del modelo de cálculo

3. Resultados

En el esquema de pago a los productores, los valores se determinaron como el 44% del ingreso por la venta del carbono de una hectárea (US\$100, 275 y 450 por ha). Este valor permite que la venta inicial de carbono y los intereses aseguren que la IA pueda pagar para reemplazar las plantaciones durante toda la vida del proyecto. Para el préstamo, los valores utilizados representaban el 50, 75 y 100% de un costo de plantación de US\$ 1100 por ha (US\$ 550, 825 y 1100 por ha).

En el esquema de pago, la devolución de los incentivos se asume total con el almacenamiento temporal de carbono. En el préstamo, parte del capital se devuelve en efectivo y otra parte con el almacenamiento temporal a un precio del carbono interno a la IA.

En el modelo de cálculo se encontraron tres tipos de proyectos (Fig. 4). Los no viables (NV) tienen un saldo bancario final negativo; los viables (V) un saldo final positivo y los viables con restricción (VCR) un saldo final positivo pero tienen saldos bancarios negativos temporales. De los 1944 proyectos probados, 146 son viables (7,5%) y de estos 13 viables con restricciones (0,7%). Un precio alto del carbono aumenta la viabilidad financiera de la IA: con 1 US\$/tCO₂ no existe ningún proyecto viable, con 3 y 5 US\$/tCO₂, el 0,9% y el 6,7% de los proyectos son viables, respectivamente.

Un análisis de regresión lineal mostró que el almacenamiento total promedio de carbono disminuye significativamente el precio mínimo para que un proyecto sea viable, y que el esquema

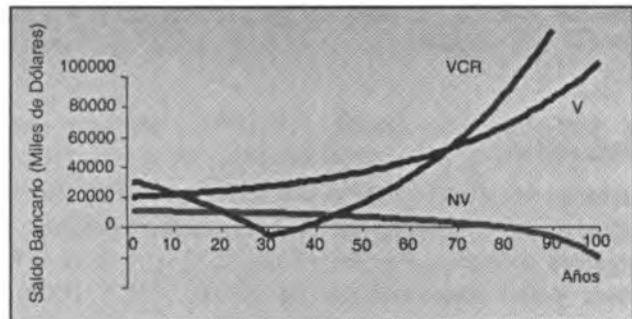


Figura 4. Saldo bancario en los tres tipos de proyecto

de préstamo disminuye significativamente el precio mínimo en comparación con el pago.

4. Discusión

Debido a que la IA toma precios de carbono establecidos, tiene que conseguir su viabilidad financiera con una combinación entre el incentivo a los productores y el área de plantación. El almacenamiento de carbono tiene el mayor peso sobre el precio mínimo: cuanto menor sea el precio, mayor tendrá que ser el almacenamiento para conseguir la viabilidad del proyecto.

Un pago alto a los productores reduce la sostenibilidad. Convertirlo en préstamo ayuda a la IA a mantener su liquidez y seguir financiando nuevas plantaciones gracias al ingreso por devolución de préstamos.

5. Conclusiones

- La venta de carbono es viable para pequeñas plantaciones si se juntan en proyectos tipo sombrilla con una IA encargada de la organización, financiamiento y venta de carbono.
- El esquema institucional y financiero desarrollado brinda una solución a la permanencia del carbono a través del esquema de plantación y reemplazo.
- Los esquemas de incentivos son atractivos para los pequeños productores y permiten acceder a fondos para la inversión en plantaciones.
- El esquema de préstamo es mejor para la IA porque la

- devolución garantiza la sostenibilidad financiera. Además, permite pagar a los productores un mayor incentivo inicial.
- El esquema de pago tiene mayor aceptación por parte de los pequeños productores aunque los valores sean menores a los de préstamo.
 - Para cubrir costos altos de transacción en la venta de carbono, es necesario aumentar el área de plantación y con esto el ingreso por venta inicial.
 - El modelo desarrollado es altamente sensible al precio del carbono: cuanto mayor sea el precio, mayor es el incentivo posible de pago y menor el área mínima anual a plantar.

Bibliografía

Dutschke, M. 2001. Permanence of CDM forests or non-permanence of land use related carbon credits? Hamburg, HWWA. Discussion Paper 134: 34 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK.

Locatelli, B; Black, J; Pedroni, L. 2003. Linking small forest stakeholders with global environmental conventions: the role of umbrella projects. ETFRN News (European Tropical Forest Research Network), n°39.

Locatelli, B; Pedroni, L. 2003. Accounting methods for carbon credits: impacts on the minimum size of CDM forestry projects. Climate Policy. In press.

Michaelowa, A; Stronzik, M. 2002. Transaction costs of the Kyoto Mechanisms. Climate Policy 3(3): 261-278.

Agradecimientos

OEA, FUNDECOR (Costa Rica), PROFAFOR (Ecuador), CORMADERA (Ecuador), CORDELIM (Ecuador), RTT (Costa Rica, EE.UU.).

DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE AVES EN DIFERENTES HÁBITATS EN UN PAISAJE FRAGMENTADO EN CAÑAS, COSTA RICA

Giovanni Cárdenas¹, Celia A. Harvey¹, Muhammad Ibrahim¹, Bryan Finegan¹

Resumen

Richness, abundance and bird diversity were characterized in habitats with different tree cover (dry forest fragments, riparian forests, scrubs, live fences, low and high coverage pastures) in a fragmented landscape in Cañas, Costa Rica. Pastures with high tree cover and riparian forests presented higher richness of bird species than the dry forest fragments and pastures with low tree cover. Forest habitats presented a different bird composition than that registered in the open habitats, with more species of particular forest birds. Open habitats and pastures presented a simpler bird composition (common and abundant species) characteristic of agricultural systems.

1. Introducción

En Mesoamérica, donde grandes áreas de bosque tropical han sido taladas para el establecimiento de pastizales y cultivos, el conjunto de paisajes forma un mosaico de pastizales, campos agrícolas esparcidos con diferentes tipos de vegetación (bosques riparios, bosquetes, árboles aislados, cortinas rompevientos y cercas vivas) y fragmentos de bosque entremezclados con áreas residenciales y urbanas (Guevara *et al.* 1992, Kaimowitz 1996, Greenberg *et al.* 1997). Muchos de esos mosaicos están dominados por sistemas de producción ganadera; cerca del 40% del territorio centroamericano está actualmente cubierto por pastizales (Ibrahim y Schlonvoight 1999). Esta transformación del paisaje hacia pastizales abiertos ha tenido un impacto negativo significativo sobre las comunidades aviares originales y otros grupos de organismos: la diversidad de especies se ha reducido, se ha modificado la composición de las comunidades aviares y se han interrumpido procesos ecológicos (Keyser *et al.* 1998, Renjifo 1999, Daily *et al.* 2001). El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la cobertura arbórea sobre la abundancia, diversidad y distribución de las aves en diferentes hábitats dentro de un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica.

2. Metodología

2.1 Descripción del sitio

La zona de estudio se ubicó dentro de una matriz agropecuaria en la provincia de Guanacaste, a 16 km al sur del poblado de Cañas. El área total del proyecto cubrió un total de 10 000 ha ($10^{\circ}20'35.2''$ N; $85^{\circ}08'41.8''$ W) entre 80 y 250 m de altitud. La zona se caracteriza por una temperatura promedio anual de 27°C y la pluviosidad media anual es de 1544 mm, con una época seca bien definida entre noviembre y abril. Los fragmentos de bosque natural y la vegetación nativa predominante pertenecen a las zonas de vida bosque seco-tropical y bosque seco-tropical transición a subhúmedo (Holdridge 1967).

Mediante un sistema de información geográfica creado con fotografías TERRA-flight 1998 y una imagen de satélite Ikonos 2001 se seleccionaron dentro del área de estudio seis tipos de hábitats dominantes en el paisaje: fragmentos de bosque seco (BS), bosques riparios (BR), charrales (CH), cercas vivas (CV), potreros de alta cobertura de árboles (16-25% del área de potrero) (PAC) y potreros de baja cobertura de árboles (1-15% del área) (PBC). Después de identificados los fragmentos, mediante el SIG se ubicaron aleatoriamente parcelas de muestreo de 1 ha, donde se realizaron los conteos de aves. En cada uno de los seis hábitats se establecieron ocho parcelas excepto en los fragmentos de bosque seco, donde solamente se establecieron cinco parcelas.

2.2 Metodología de toma de datos

El muestreo de las aves se realizó por medio de puntos de conteo (Reynolds *et al.* 1980). Se establecieron cuatro puntos ubicados en las esquinas de las 45 parcelas para un total de 180 puntos en toda el área de estudio. Para evitar el traslape entre puntos, se definió una distancia de 100 metros entre uno y otro en la misma parcela (Gillespie 2000). Se identificaron, contaron y registraron todas las especies de aves (Da Silva *et al.* 1996, Price *et al.* 1999) observadas y/u oídas durante un periodo de 15 minutos continuos en cada punto (Greenberg *et al.*

1997). Las observaciones se realizaron entre las 06:00 y 08:00 horas y entre las 15:00 y 17:00 horas (Johns 1991). Los muestreos se llevaron a cabo durante cuatro meses (mayo 2002-agosto 2002) rotando las jornadas de muestreo en el día (mañana y tarde), con un total de 32 horas por hábitat.

Para cada parcela de muestreo se calculó la riqueza y abundancia de especies de aves, el índice de equitatividad de especies y el índice de diversidad de Shannon. Además se realizó un análisis de agrupamiento de los hábitats con base en la composición de especies (presencia/ausencia), empleando el índice de similitud de Jaccard. Estos parámetros fueron calculados utilizando BioDiversity Professional Beta (McAtee et al. 1997).

3. Discusión de resultados

En los seis hábitats se registraron un total de 3037 individuos, pertenecientes a 80 especies y 29 familias de aves. Las familias de aves presentes son de gran variedad: desde garzas (Ardeidae) hasta gorriones del nuevo mundo y picogruessos (Emberizidae), pasando por águilas y gavilanes (Accipitridae), loros (Psittacidae) y golondrinas (Hirundinidae). La familia de los mosqueros americanos o atrapamoscas tropicales (Tyrannidae) presentó la mayor riqueza de especies observadas (12 especies y 729 individuos registrados).

También se registraron especies propias de hábitats boscosos, como el copetón crestioscuro (*Myiarchus tuberculifer*) que se registró en fragmentos de bosque seco y bosques riparios, y el mosquero listado (*Myiodynastes maculatus*), especie común en bosques riparios y charrales. Siempre dentro de esta familia, se encontraron especies de aves cuyo hábitat está en la transición entre los pastizales y el bosque, como el tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*), el bienteveo grande (*Pitangus sulphuratus*) y el mosquero verdoso (*Empidonax virecens*), los cuales fueron registrados en todos los hábitats.

Hubo diferencias en cuanto a abundancia, riqueza, diversidad y composición de las especies de aves registradas en los diferentes hábitats. Así, los potreros de alta cobertura y los bosques riparios presentaron más especies que las registradas en los fragmentos de bosque seco, charrales, cercas vivas y potreros de baja cobertura. En cuanto a la abundancia, los potreros de alta cobertura presentaron un mayor número de individuos que los bosques riparios, charrales y potreros de baja cobertura. El promedio del índice de Shannon calculado para las especies de aves registradas en cada uno de los hábitats presentó diferencias. Los potreros de alta cobertura y los bosques riparios fueron más diversos según el índice de

Shannon, comparados con los fragmentos de bosque seco y potreros de baja cobertura.

La composición de aves en los hábitats boscosos fue más compleja (especies propias de fragmentos de bosque) que la registrada en hábitats abiertos (especies comunes y abundantes en sistemas agropecuarios). La composición de la avifauna encontrada en los fragmentos de bosque seco, bosque ripario y charral se caracteriza por la presencia de especies de aves propias de áreas boscosas como: *Chiroxiphia linearis*, *Heliomaster constantii*, *Morococcyx erythropygius*, *Pachyramphus aglaiae*, *Thamnophilus doliatus*, *Thryothorus pleurostictus* y *Trogon melanocephalus*. En cambio, las especies presentes únicamente en los potreros de alta y baja cobertura y en las cercas vivas son características de hábitats abiertos y áreas de pastizales como: *Bubulcus ibis*, *Burhinus bistriatus*, *Milvago chimachima*, *Oryzoborus nuttingi*, *Sporophila torqueola*, *Sturnella magna*, y *Volatinia jacarina*.

Se halló una regresión positiva al comparar la riqueza de la vegetación y el número de especies e individuos de aves propias del bosque, lo que indica que a mayor riqueza de especies arbóreas, mayor número de aves particulares de hábitats boscosos. En otras palabras, la mayor riqueza de especies de árboles garantiza mayores recursos para las aves (alimento, refugio y lugares de anidamiento), por lo cual en los fragmentos de bosque seco y bosques riparios aún se encuentran especies propias de los hábitats boscosos (Mills et al. 1991).

4. Conclusiones

Este estudio sugiere que los fragmentos de hábitats boscosos (bosque seco, ripario y charral) son importantes dentro del paisaje debido a que conservan comunidades de aves propias de bosques, las cuales no se mantendrán en los hábitats abiertos (cercas vivas y potreros de alta y baja cobertura). Sin embargo, también es importante tener en cuenta los hábitats abiertos dentro de las estrategias de conservación. En los potreros de alta cobertura arbórea -aún si contienen pocas especies de árboles- se encontraron abundancias y riquezas de especies significativas dentro del paisaje fragmentado, en comparación con los potreros de baja cobertura vegetal. Esto se debe a que los árboles en potreros brindan variados recursos a diferentes especies de aves que encuentran refugio, alimento y sitios de descanso o perchas dentro de estos hábitats. Es posible conservar una porción de la avifauna nativa en los paisajes fragmentados, dado que la cobertura arbórea de los hábitats antropogénicos y fragmentos de bosques dentro de la matriz agropecuaria cumplen un rol importante en la conservación de varias especies de aves.

Bibliografía

- Da Silva, JM; Uhl, C; Murray, G. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* 10(2):491-503.
- Daily, G; Ehrlich, PR; Sanchez-Azofeifa, A. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11(1):1-13.
- Gillespie, TW. 2000. Rarity and conservation of forest birds in the tropical dry forest region of Central America. *Biological Conservation* 96:161-168.
- Greenberg, R; Bichier, P; Cruz-Angon, A; Reitsma, R. 1997. Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. *Conservation Biology* 11(2):448-459.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3:655-664.
- Holdridge, LR. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 206 p.
- Ibrahim, M; Schlonvoigt, A. 1999. Silvopastoral systems for degraded lands in the humid tropics. Environmental friendly silvopastoral alternatives for optimizing productivity of livestock farms: CATIE's experience. *Actas de la IV Semana Científica. CATIE, 6 al 9 abril 1999.* 277-282.
- Johns, AD. 1991. Responses of Amazonian rain forest birds to habitat modification. *J. Tropical Ecology* 7:417-437.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America in the 1980s and 1990s: A policy Perspective. Jakarta, Indonesia, CIPOR. 88 p.
- Keyser, AJ; Hill, GE; Soehren, EC. 1998. Effects of forest fragment size, nest density, and proximity to edge on the risk of predation to ground-nesting passerine birds. *Conservation Biology* 16(5):986-994.
- McAtee, N; Lambshead, J; Patterson, G; Gage, J. 1997. BioDiversity Professional. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science (en línea). Consultado el 24-Oct-2002. Disponible en: <http://www.sams.ac.uk/dml/projects/benthic/bdpro/index.htm>
- Mills, GS; Dunning, JB. Jr; Bates, JM. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin* 103:468-479.
- Price, OF; Woinarski, JCZ; Robinson, D. 1999. Very large areas requirements for frugivorous birds in monsoon rainforest of the Northern Territory, Australia. *Biological Conservation* 91:169-180.
- Renjifo, LM. 1999. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13:1124-1139.
- Reynolds, RT; Scott, JM; Nussbaum, RA. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82:309-313.

INFLUENCE OF LIVE FENCES ON THE STRUCTURE AND CONNECTIVITY OF A FRAGMENTED LANDSCAPE, RIO FRIO, COSTA RICA

Mario Chacón León, Celia Harvey¹

Resumen

Se realizó un estudio para determinar los aportes que dan las cercas vivas a la estructura y conectividad física en un paisaje tropical fragmentado. Para esto se midieron y caracterizaron 377 cercas en 500 ha (segmentadas en 5 bloques de 1x1 km). Las cercas estuvieron conformadas por árboles de las especies *Erythrina costaricensis*, *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium*. Mediante la simulación de escenarios del paisaje y herramientas SIG, se determinó que las cercas pueden transformar extensas ^{áreas} aéreas de potrero a unidades de potrero más pequeñas. También que las cercas vivas pueden interconectar fragmentos de bosques densos y bosques riparios, además de reducir la distancia promedio entre las copas de los árboles de cercas vivas y los bosques densos y bosques riparios. Los resultados indican que la estructura y el arreglo espacial de las cercas vivas son de suma importancia para la conservación de la biodiversidad en espacios abiertos ya que pueden afectar el grado de conectividad física a escala de paisaje.

1. Introduction

Forest fragmentation is the result of a continuous process of human intervention that has produced landscapes characterized by multiple ecosystems (Saunders *et al.* 1991, Bierregaard *et al.* 1992, Murcia 1995). The physical and biological effects caused by this phenomenon have not yet been fully comprehended (Bierregaard *et al.* 1992, Debinski *et al.* 2000, Laurence *et al.* 2002, Forero 2001), although it is clear that the main problem is the deterioration and reduction of natural habitats, followed by the interruption of their connectivity (Bennett 1999). In the Neotropical lowlands, forest fragments often remain immersed in a matrix dominated by silvopastoral and agricultural systems where live fences are one of the many components in the production dynamics (Urgiles 1996, Villafuerte 1998, Villacís 2003). These live fences may have an important role in the formation and dynamics of the different landscape elements, and a definite influence on landscape structure and connectivity. The characteristics and functions of live fences in agricultural landscapes in template zones have been widely studied (Jonson and

Beck 1988, Burel 1996, Baudry *et al.* 2000a, Baudry *et al.* 2000b). Nonetheless, in tropical regions there are still gaps in the information about distribution and spatial structure, and its effects on connectivity. This is due in part to difficulty in distinguishing such small elements in the aerial images and photographs that have become the basic tools of landscape ecology.

This investigation attempted to characterize the abundance, structure, composition and spatial location of live fences in a fragmented landscape in Rio Frio, Costa Rica, and subsequently to determine by the simulation of landscape scenarios their contribution to landscape structure and physical connectivity.

2. Methodology

The research was carried out in an area of 4483 ha in Rio Frio, northern sector of the Atlantic region, Costa Rica. The area is characterized by cattle production for meat and milk; so, live fences are part of the production systems (Villafuerte 1998). The life zone corresponds to the very humid tropical forest (Holdridge 1967).

To characterize live fences in the field, 500 ha were sampled and divided into 5 blocks of 100 ha (1 km x 1 km). An aerial photograph of each block was digitalized and interpreted for the composition and structure of habitats, and the classifications verified on the field. Then, each fence present (live and dead) was georeferenced (using a Garmin GPS) and digitalized for incorporation in the analysis (Figure 1).

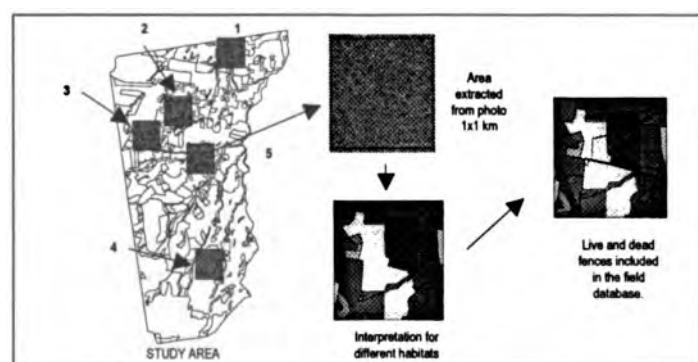


Figure 1. Localization of 5 blocks in the study area and sequence of interpretation from the 1998 aerial photograph, Rio Frio, Costa Rica

All fences (live and dead) present in the five blocks were registered; recording their length in meters. For live fences, the tree species present and the total number of individuals were recorded. In each live fence, five trees were selected at random to obtain an average of the crown radius and the diameter at chest height. With these field data, live fences were inserted as another element in the formation of habitats in each of the blocks analyzed and landscape scenarios generated without live fences and with all the dead fences converted to live fences, to determine their contribution to landscape structure and connectivity. Variance analysis and tests of multiple comparisons (Duncan) were carried out.

3. Results

3.1 Fence characterization

In the 500 ha sampled 377 fences were recorded, of which 45% were live fences and 55% dead fences; for a total of 20 497 trees and 15 995 timber posts. The live fences measured were mainly composed by poró (*Erythrina costaricensis* and *E. poeppigiana*) and madero negro (*Gliricidia sepium*) 390 and 427 individuals, respectively. The total length of fences measured in the 500 ha was 55 907 linear meters: 25 264 m live fences and 30 643 m dead fences. The average length for live fences was $147,7 \pm 7,87$ m, and $148,7 \pm 7,8$ m for dead fences. The average trunk diameter at breast height (dbh) was $8,93 \pm 0,32$ cm, and the mean crown radius was $1,78 \pm 0,09$ m for all five blocks.

3.2 Effects of live fences on landscape structure and connectivity pattern

The results showed that pasture areas are not significantly affected by the presence of live fences. Where the number of live fences increased (simulation of dead fences replaced by live fences), the pasture area under the fence crown did not decrease significantly ($F_{2,12} = 0,12$; $p = 0,8894$) (Table 1). It was also found that the presence of live fences can increase the number of pasture patches because extended patches are separated into smaller units ($F_{2,12} = 13,82$; $p = 0,0008$), with a smaller average area (ha) than larger patches.

The measurement of variables related to physical connectivity between the remaining dense forest patches and riparian forests, showed an improvement in the connectivity of the landscape with changes in the number and location of live fences. In the original field data, there was an average of $9,4 \pm 2,1$ live fences directly connecting to blocks of dense forest and riparian forests. If all dead fences were replaced by live fences, the number of connections between live fences and forest patches would increase to $21,8 \pm 2,7$ ($F_{2,12} = 30,92$; $p < 0,0001$).

Live fences could also shorten the distance an organism would have to travel in moving from one forest fragment to another, by providing stopping and shelter sites. In the sampled landscape, disturbed dense forests and riparian forests were separated by an average of $527,4 \pm 55,3$ m across all five blocks. This average value was reduced significantly in the simulation when dead fences were replaced by live fences (increase in the number of live fences) separating these elements by only $71,6 \pm 24,4$ m ($F_{2,12} = 30,60$; $p < 0,0001$).

4. Conclusions

A simulated increase in the number of live fences improves some landscape characteristics, creating a more heterogeneous land use mosaic due to changes in the habitat structure; most clearly by transforming fewer, more extensive pasture areas to a greater number of smaller pasture areas. Another possible improvement is the potential for increases in tree cover in pastures without causing a significant reduction of the grass area.

Live fences may favor physical landscape connectivity, particularly when they connect directly to disturbed dense forest fragments and to riparian forests. Physical connectivity between dense forest patches and riparian forests is also increased with the presence of live fences in the landscape by the provision of refuge and other resources to moving organisms, or those which normally carry on their daily activities in open landscapes. An increase in the number of live fences would also further reduce inter-fragment distances.

Finally, the value of live fences for the conservation of biodiversity also depends on their floristic composition, structural diversity, management and location in the landscape.

References

- Baudry, J; Bunce, RGH; Burel, F. 2000a. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management* 60: 7-22.
- Baudry, J ; Burel, F ; Thenail, C ; Le Couer, D. 2000b. A holistic landscape ecological study of interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France. *Landscape and Urban Planning* 50: 119-128.
- Bennett, AF. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Switzerland, IUCN. 254p.
- Bierregaard Jr. B; Lovejoy TE; Kapos, V; Santos, A; Hutchings RW. 1992. The Biological Dynamics of Tropical Rainforest Fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience* 42(11): 859-866.
- Debinsky, DM; Holt, RD. 2000. A survey of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14(2): 342-355.
- Forero, LA. 2001. Caracterización de la vegetación y efectos de borde en la comunidad de árboles y lianas de remanentes de bosque muy húmedo tropical, región Huétar Norte, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

- Holdridge, LR.** 1967. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 206 p.
- Laurence, WF; Lovejoy, TE; Vasconcelos, HL; Bruna, EM; Didham, RK; Stouffer, PC; Gascon, C; Bierregaard, RO; Laurance, SG; Sampaio, E.** 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22 year investigation. *Conservation Biology* 16(3): 605-618.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragments: implications for conservation. *Tree* 10(2): 58-62.
- Saunders, DA; Hobbs, R; Margules CR.** 1991. Biological Consequences of Ecosystems Fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5 (1): 18-32.
- Urgilés Contreras, JF.** 1996. Descripción cuantitativa y optimización de sistemas de producción de leche especializada, en Río Frío, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Villacis, J.** 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Villafuerte Zea, L.E.** 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones de manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Table 1 Composition characteristics, structure and connectivity for the five blocks studied (in the same row), Rio Frio, Costa Rica, 2003

Forest	1	2	3	4	5	± E.E	1	2	3	4	5	± E.E	1	2	3	4	5	± E.E
Pasture (ha)	69.6	46.4	64.8	76.2	75.5	66.5±5.4a	67.2	45.6	63.3	75.8	75.1	65.4±5.5a	64.5	44.0	59.0	74.0	72.7	62.84±5.4a
Average area of pasture patch	13.±9	9.3±4	21.6±21	38.1± 36	25.5± 23	31.8±1.1a	2±0.5	2.7±1	5.3±2	18.9±17	37.6±33	13.3± 6.8ab	1.4±0.3	1.3±0.3	2.4±0.3	3.1±1	2.1±0.5	2.1±0.3b
Total extension of live fences (km)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0a	8.2	4.2	8.9	2.6	1.3	25.2b	1.2	1.2	12.3	10.1	10.1	55.9b**
Density of live fences (m/ha)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0a	82.2	42.1	89	26.1	13.3	50.5±15.1b	116	117	123	101	101	111±45.3b
Hectares covered by tree crowns in live fences	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0a	2.5	0.6	2.7	0.5	0.4	1.3±.5b	3.8	3.7	3.6	2.6	3.4	3.42±0.2c
# of grass patches	5	5.0	3.0	2.0	2	3.40±0.7a	33	17	12	4	2	13.6±5.6a	46.0	33.0	25.0	24.0	34.0	32.4±3.9ab
Connection index	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0a	1.6	0.7	0.8	0.1	0.3	0.7±0.2b	1.53	1.8	1.53	0.95	2.31	1.6±0.2c
Direct connections live fence - forest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0a	16	10	11	5	5	9.4±2.1b	25	24	16	15	29	21.8±2.7c
Average minimum distance fence - forest (m)*	479.0	616.2	690.9	466.4	384.5	527.4±55.3a	363.4	605.7	561	541	368	487.8±51a	41.8	13.4	52.2	152	98.90	71.6±24.4b

*Includes disturbed dense forest patches and riparian forests

**total number

Different letters indicate significant differences between averages (p<0.05). Duncan test

EFECTO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN FINCAS GANADERAS

en la conectividad del paisaje en la cuenca del Río Barranca, Costa Rica

Jorge Cruz B.¹, Muhammad Ibrahim ², Francisco Casasola³

1. Marco teórico

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del cambio de uso de la tierra en la conectividad del paisaje entre bosque y tacotales y otros usos de la tierra en fincas ganaderas de la cuenca media baja del río Barranca, Costa Rica, durante un periodo de cinco años.

Las propiedades topológicas del SIG permiten analizar y conocer las relaciones de conectividad, proximidad o adyacencia entre objetos cartográficos. Estas facilitan su manejo en formatos *raster*, ya que la localización de cada celda es dada por la fila y columna; de esta manera, el píxel x , con ubicación $f_{i,c}$, es vecino del píxel $f_{i+1,c+1}$. Los efectos espaciales de vecindad han sido integrados para calcular índices de transición o probabilidades de vecindad, a través de modelos estocásticos de paisajes (Turner 1987, García 2001) y presentados en matrices de transición adaptados a las cadenas de Markov, aunque estos los procedimientos no son marcovianos (Lambin 1994). En tal sentido, la transición en un píxel es el resultado de la combinación del mapa original con el mapa original desplazado. En esa combinación, un píxel o celda asume la propiedad o identidad del vecino más cercano.

2. Metodología

El paisaje analizado corresponde a 14 430 ha del proyecto, localizadas en la zona media y baja de la cuenca del río Barranca.

Los pasos desarrollados fueron:

a) Estimación de las probabilidades de transición entre bosques-tacotales y usos de la tierra en fincas ganaderas en el año 2003. Para ello, se usaron fotografías aéreas en SIG y posterior verificación en campo. La cobertura de bosques y tacotales de la cuenca se obtuvo de archivos generados por Cruz (2001).

- i. El mapa de uso de la tierra del año 2003 fue desplazado una celda (20 m) hacia el noreste y sureste.
- ii. El mapa original se combinó con cada mapa desplazado, para que cada celda asumiera las propiedades o atributos de la celda vecina inmediata.
- iii. Se calcularon las frecuencias de las combinaciones de cada mapa; con esa información se calcularon las probabilidades de transición en una matriz. Los valores de la diagonal principal en la matriz, corresponden a estimadores de auto vecindad, estos fueron eliminados para estimar las probabilidades de vecindad entre usos de la tierra distintos.
- b) Simulación del uso de la tierra en el 2007, según los planes de finca de cada uno de los productores; con esa información se estimaron las probabilidades de transición en dicho año.
- c) Comparación de las probabilidades de vecindad entre los escenarios del 2003 y el 2007.

Las probabilidades de auto-vecindad se obtuvieron de las diagonales de las matrices (García 2001), mientras que la vecindad entre usos distintos se estimó eliminando las frecuencias de auto-vecindad. El proceso metodológico desarrollado se presenta en la Figura 1. Los 28 usos de la tierra utilizados por el Proyecto se agruparon en 13 clases. Los mapas se procesaron en formato *raster* con píxeles de 20 x 20 m en el SIG, ya que en cerca del 50% de los bosques riparios no superan los 25 m de ancho.

3. Resultados

Con base en las 55 fincas evaluadas, los usos de la tierra en las fincas ganaderas corresponden, en promedio, a aproximadamente el 63% del área de la finca y el 30% a tacotales y bosques fragmentados (ripario, primario y secundario).

3.1 Probabilidades de auto-vecindad

Los valores del Cuadro 1 fueron obtenidos de la diagonal de la matriz de probabilidades de vecindad y muestran el grado de

¹Coordinador Nacional, Proyecto CATIE-NORAD, Zona Piloto El Chal, Dolores, Petén.

² Coordinador Grupo GAMMA, CATIE

³ Coordinador Proyecto GEF-Silvopastoril

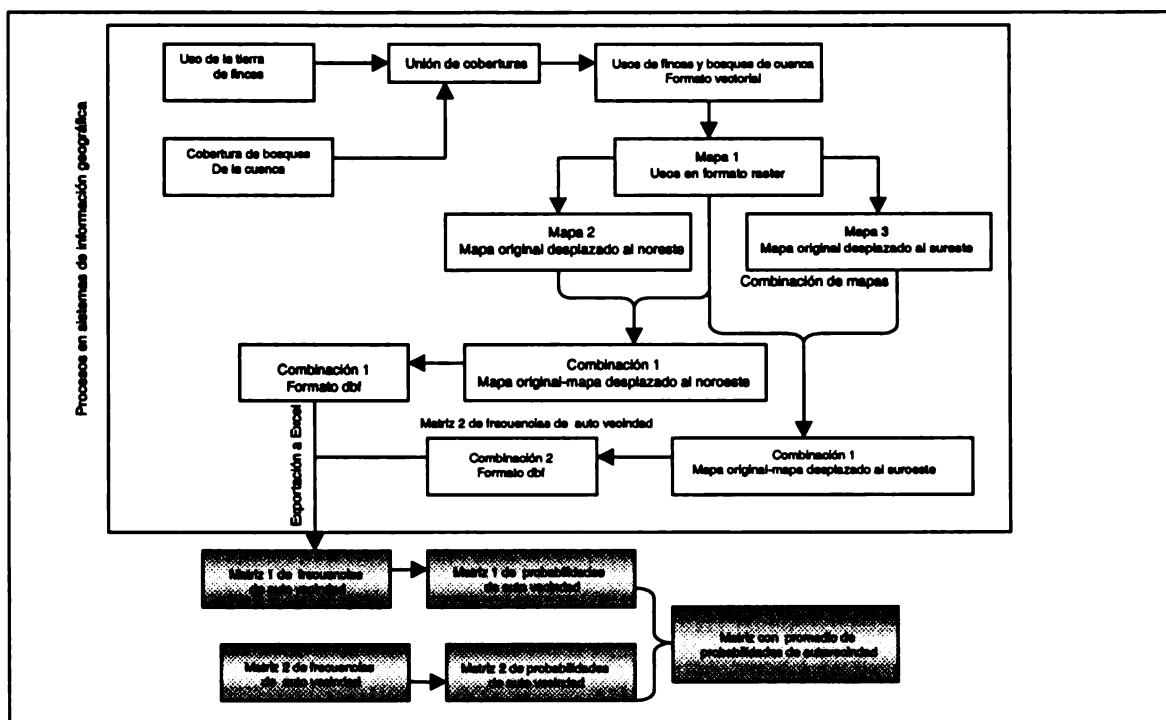


Figura 1. Procesos metodológicos para el análisis de vecindad entre usos de la tierra

fragmentación de cada uno de los usos de la tierra. Estos valores son mayores al resto en la matriz. Por ejemplo, el uso cultivos anuales tiene una probabilidad de 66%; esto significa que de cada diez combinaciones, 6,6 corresponden a la misma clase de uso.

Los cultivos semiperennes y bancos forrajeros podrían estar muy fragmentados, mientras que las pasturas degradadas, pas-

tos naturales y mejorados sin árboles y con baja densidad de árboles parecen poseer más continuidad en el paisaje. Los tacotales y bosques secundarios muestran los valores más altos de continuidad. Las plantaciones forestales y de árboles frutales muestran una baja cohesión debido a su carácter de plantaciones puntuales y aisladas, así como a su poca extensión. Este mismo comportamiento los muestran los pastos naturales sin árboles, los bancos forrajeros y bosques riparios.

Cuadro 1. Matriz de probabilidades de auto-vecindad entre usos de la tierra en fincas ganaderas en la cuenca del río Barranca, Costa Rica

Código	Uso de la tierra	Año 1	Año 5
CA	Cultivos anuales	65,8	64,6
PD	Pasturas degradadas	79,7	75,7
PNSA	Pasturas naturales sin árboles	74,4	69,3
PNAD	Pasturas naturales con alta densidad de árboles	66,0	59,2
PNBD	Pasturas naturales con baja densidad de árboles	80,9	77,9
PMSA	Pasturas mejoradas sin árboles	63,7	77,7
PMAD	Pasturas mejoradas con alta densidad de árboles	67,7	71,5
PMBD	Pasturas mejoradas con baja densidad de árboles	70,1	79,6
CS	Cultivos semiperennes	45,1	45,9
PFFCF	Plantaciones forestales, frutales y café con sombra	65,7	66,8
BFSSP	Bancos forrajeros y sistemas silvopastoriles intensivos	45,6	53,3
TB	Tacotaless y bosques naturales	98,6	98,6
BR	Bosques riparios	57,9	57,8

3.2 Probabilidades de vecindad en el año 2003

Desde un enfoque de manejo de paisajes y ecosistemas, las pasturas degradadas en las fincas ganaderas de la cuenca del río Barranca son relativamente importantes ya que su frecuencia de vecindad con tacotal - bosque natural y bosque ripario es relativamente alta (29% y 39%) (Cuadro 2). No obstante, la frecuencia de vecindad entre tacotal - bosque y pasturas con alta densidad de árboles (PNAD y PMAD) oscila entre 6 y 2%, lo cual hace suponer que la cobertura de árboles en el paisaje de la cuenca del río Barranca es discontinua y fragmentada. Los pastos naturales sin árboles tienen la mayor frecuencia de vecindad con el BR y TB, mientras que pastos mejorados sin árboles presentan más vecindad con PNBD, BR y TB. Los bosques riparios poseen la mayor frecuencia de vecindad con las PD y PNBD, mientras que su vecindad con usos de la tierra más arborizados es baja (6% y 2%).

3.3 Probabilidades de vecindad en el año 2007

Los cambios propuestos en los usos de la tierra en fincas ganaderas para el año 2007 muestran cambios en las frecuencias de vecindad entre los usos de la tierra y coberturas de sistemas naturales, comparado con los obtenidos en el año 2003 (Cuadro 3). Las pasturas degradadas redujeron las frecuencias de vecindad con el bosque y tacotal, pero se incrementó con el bosque ripario, debido a que esta combinación es la que más veces se repite del total de las combinaciones de pasturas degradadas (326/970), ya que este mismo número de frecuencias entre el total de las de bosque ripario la probabilidad de vecindad se reduce a 9% (326/3804). Con estos cambios las pasturas degradadas dejan de tener valor de vecindad con otros usos de la tierra. Los PMAD incrementaron su vecindad con los bosques de 23% a 32%. Las PFFCf aumentaron su vecindad con los bosques naturales de 28 a 30%. Los TB reducen su vecindad con las pasturas degradadas, pero la incrementa con los pastos mejorados con alta densidad de árboles de 2 a 13%. Lo cual podría mostrar un paisaje con cobertura arbórea mas

continuo. Los bosques riparios incrementaron su vecindad de 7% a 38% con los pastos mejorados con baja densidad de árboles, de 16 a 17% con los bosques y tacotaless.

4. Conclusiones

En el año de 2003, las pasturas degradadas se consideran importantes a nivel de paisaje en las fincas ganaderas, no solo porque representan el 20% del área total de las fincas, sino porque tienen las probabilidades de vecindad más altas con otros usos y coberturas (bosque ripario, tacotal y bosque natural). La cobertura de árboles en la cuenca del río Barranca no es continua, ya que los bosques naturales y riparios y tacotaless poseen valores bajos de probabilidad de vecindad con usos más arborizados, como los pastos mejorados con alta densidad de árboles y plantaciones forestales.

Los cambios de uso de la tierra planeados en las fincas ganaderas bajo pago de servicios ambientales muestran una reducción en las pasturas degradadas, pero también en la frecuencia de vecindad con bosques y tacotaless. Tales cambios, además, mejoran la cobertura de árboles en la cuenca del río Barranca, ya que se incrementan las frecuencias de vecindad entre los bosques y los usos de la tierra más arborizados.

Bibliografía

- Cruz, J. 2001. Evaluación del cambio de uso de la tierra en sistemas de producción agropecuaria en la cuenca del río Barranca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 165 p.
- García P, JM. 2001. Análisis de los patrones espaciales de la vegetación en Extremadura mediante técnicas basadas en probabilidades de transición. Extremadura, España, Universidad de Extremadura. 365 p.
- Lambin, E. 1994. Modelling deforestation processes; a review. Luxemburg, European Commission. 112 p. (Research report no.1).
- Turner, MG; 1987. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of three transition models. Landscape Ecology 1:29-36

Cuadro 2. Matriz de probabilidad de vecindad entre usos de la tierra en fincas de la cuenca del río Barranca, Costa Rica

Clases de uso de la tierra	Clases de uso de la tierra en el año 2003													Total general
	CA	PD	PNSA	PMSA	CS	PNBD	PFFCf	BFSSP	PMBD	PNAD	PMAD	TB	BR	
CA		19,82	4,66	3,06	0,29	24,56	8,16	1,17	5,10	4,37	1,17	15,09	12,54	100
PD	4,91		2,94	0,58	0,11	13,39	1,71	0,25	5,65	0,61	1,80	28,83	39,22	100
PNSA	3,11	7,93		6,47	0,19	21,01	3,70	0,58	7,78	6,03	1,26	12,79	29,13	100
PMSA	4,32	3,29	13,67		0,41	19,73	1,85	1,85	13,36	1,64	3,49	17,88	18,50	100
CS	5,13	7,69	5,13	5,13		28,21	12,82	0,00	12,82	5,13	0,00	7,69	10,26	100
PNBD	5,20	11,45	6,67	2,96	0,34		2,15	0,56	5,68	7,07	1,08	24,75	32,09	100
PFFCf	11,98	10,16	8,13	1,93	1,07	14,87		0,43	10,05	5,13	2,78	28,56	4,92	100
BFSSP	11,39	9,97	8,55	12,82	0,00	25,64	2,85		1,42	4,27	1,42	13,30	8,36	100
PMBD	2,70	12,06	6,16	5,01	0,39	14,18	3,62	0,08		1,54	2,16	30,97	21,15	100
PNAD	3,68	2,08	7,60	0,98	0,25	28,06	2,94	0,37	2,45		2,57	24,76	24,26	100
PMAD	2,35	14,71	3,82	5,00	0,00	10,29	3,82	0,29	8,24	6,18		22,65	22,65	100
TB	3,10	23,90	3,93	2,60	0,09	23,98	3,99	0,28	12,03	6,04	2,30		17,75	100
BR	2,28	28,77	7,93	2,38	0,11	27,51	0,61	0,16	7,27	5,24	2,04	15,71		100

Cuadro 3. Matriz de probabilidad de vecindad entre usos de la tierra en fincas de la cuenca del río Barranca, Costa Rica

Clases de uso de la tierra	Clases de uso de la tierra en el año 2007														Total general	
	CA	PD	PNSA	PMSA	CS	PNBD	PFFCF	BFSSP	PMBD	PNAD	PMAD	TB	BR			
CA	12,8	2,16	5,99	0,2	8,82	9,32	2,8	22,9	3,3	5,3	17,2	9,15		100		
PD	7,93	2,37	4,74	0	2,16	3,55	1,5	18,6	0	4,2	21,2	33,6		100		
PNSA	2,38	4,21		15,2	0,2	9,7	3,11	1,3	20,4	2,2	3,3	7,59	30,5		100	
PMSA	2,4	3,07	5,54		0,2	4,27	1,87	1,1	27,1	1,6	5,7	19,8	27,3		100	
CS	3,03	0	3,03	9,09		0	15,2	0	45,5	0	12	0	12,1		100	
PNBD	4,88	1,93	4,88	5,89	0		0,78	0,6	21	5	5,2	21,7	28,1		100	
PFFCF	12,6	7,76	3,82	6,3	1,1	1,91		1,6	19,6	0,9	11	30,0	3,82		100	
BFSSP	13,6	12,0	5,58	13,6	0	5,58	5,58		18,4	0,8	10	9,9	4,73		100	
PMBD	3,27	4,29	2,65	9,65	0,4	5,42	2,07	0,5		1	5,9	30,4	34,5		100	
PNAD	6,85	0	4,11	8,22	0	18,5	1,37	0,3	14,4			9,6	14	22,6		100
PMAD	2,38	3,04	1,34	6,38	0,3	4,19	3,49	1	18,3	2,1		32,4	25,2		100	
TB	3,00	5,98	1,2	8,59	0	6,84	3,88	0,4	37,2	1,2	13,0			19,1		100
BR	1,45	3,58	4,38	10,8	0,1	8,03	0,45	0,2	38,1	1,7	8,9	17,3				100

CAFÉ AGROFORESTAL MANEJADO CON INSUMOS QUÍMICOS SINTÉTICOS Y ORGÁNICOS

Elias de Melo Virginio¹, Jeremy Haggard²; Amílcar Aguilar²
Ramón Mendoza²; Vera Sánchez¹, Charles Staver²

Summary

CATIE with national collaborators established long-term coffee system experiments in Costa Rica and Nicaragua to study the ecological interactions created by different shade environments and conventional and organic management practices. Baseline data have been taken of soil characteristics, monitoring of coffee, tree growth and production, weed and disease incidence, and management costs. Treatments have created distinct shade environments varying from 5-50% cover, as well as different weed floras and soil nutritional conditions. In the first harvest full sun production was greater than shaded coffee, and conventional greater than organic. The experiments should become outdoor laboratories for students and collaborating scientists; they also could serve as a reference for coffee farmers and technicians.

1. Introducción y metodología

Para fortalecer el debate sobre el futuro de la caficultura, el CATIE junto con UNICAFE, la UNA y el INTA en Nicaragua

y UCR e ICAFE en Costa Rica establecieron en el año 2000 una comparación de sistemas de producción de café en el Pacífico seco de Nicaragua (450 msnm, 1350 mm de lluvia y seis meses de sequía) y el Atlántico húmedo de Costa Rica (685 msnm, 2600 mm de lluvia y un mes seco). Esta investigación, que durará 20 años, estudia las interacciones entre pleno sol, 4 a 6 combinaciones de árboles (maderables y de servicios) y 4 tratamientos de insumos para el manejo de plagas y el manejo de la nutrición de los cafetos (Cuadros 1 y 2). Un comité de productores con representantes de cada nivel de insumos asesora al grupo investigador en el ajuste de las prácticas de manejo según recorridos y análisis de datos cada semestre.

En principio, se creó una línea base de datos de características químicas, físicas y biológicas de suelo y flora de hierbas. Además se monitorea la incidencia de enfermedades, crecimiento y producción de cafetos y árboles. Se espera identificar estrategias para potenciar los procesos ecológicos, en combinación con insumos locales y externos para una caficultura más eficiente, rentable, diversificada y sostenible.

Cuadro 1. Parcelas principales y subparcelas en los sitios de estudio

a) Masatepe, Nicaragua

Parcela principal	Pleno sol	<i>Simarouba glauca</i> + <i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia rosea</i> + <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Simarouba glauca</i> + <i>Inga laurina</i>	<i>Inga laurina</i> + <i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Subparcela	AC, MC	AC, MC, MO, BO	MC, MO	MC, MO	AC, MC, MO, BO

b) Turrialba, Costa Rica

Parcela principal	Pleno sol	<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Terminalia amazonia</i>	<i>Chloroleucon eurycyclum</i>	<i>T. amazonia</i> + <i>C. eurycyclum</i>	<i>T. amazonia</i> + <i>E. poeppigiana</i>	<i>C. eurycyclum</i> + <i>E. poeppigiana</i>
Subparcela	AC, MC	AC, MC, MO, BO	AC, MC, MO, BO	MC, MO	MC, MO	MC, MO	AC, MC, MO, BO

AC = Aplicación alta de insumos químicos

MC = Aplicación media de insumos químicos

MO = Aplicación media de insumos orgánicos

BO = Aplicación baja de insumos orgánicos

¹DAAF, CATIE, Turrialba, eliasdem@catie.ac.cr, sanchezv@catie.ac.cr

²Programa MIP-AF, Apdo P-116, Managua, jhaggard@ibw.com.ni, aaguilar@catie.ac.cr

Cuadro 2. Niveles de insumos para el manejo de fertilidad y plagas en la comparación de sistemas de producción de café

	BO	MO	MC	AC
Tipos de enmiendas al suelo	pulpa de café	pulpa de café, gallinaza y piedra mineral molida	fertilizantes químicos	fertilizantes químicos
Nivel de enmiendas al suelo	retorno de pulpa sacada en la cosecha	mayor a los nutrientes sacados en la cosecha	mayor a los nutrientes sacados en la cosecha	mucho mayor a los nutrientes sacados en la cosecha
Manejo de enfermedades	no	aplicaciones foliares de botánicos y biológicos	uso de fungicidas comerciales según niveles de enfermedad	uso calendarizado de fungicidas comerciales
Manejo de plagas insectiles	pepena post-cosecha	aplicaciones foliares de botánicos y biológicos y prácticas manuales	prácticas manuales y uso infrecuente de insecticida comerciales	prácticas manuales y uso frecuente de insecticida comerciales
Manejo de malas hierbas	2-4 desyerbes manuales	manejo selectivo con prácticas manuales en la calle y carril limpio	manejo selectivo con prácticas manuales y herbicidas en la calle y carril limpio	suelo desnudo con herbicidas

2. Discusión de resultados

En 2002 no hubo diferencias significativas en el crecimiento de cafetos en Nicaragua. En Costa Rica no hubo efecto de sombra sobre el crecimiento, pero sí hubo un efecto significativo del menor crecimiento de los tratamientos orgánicos (p.e. diámetro promedio del tallo de los cafetos de 18.8 mm y 16.7 mm en AC y MC contra 12.0 mm y 12.2 mm en MO y BO).

A pleno sol, la primera cosecha de café fue mayor que los tratamientos sombreados bajo manejo químico tanto en Nicaragua como en Costa Rica (Nicaragua 129 kg oro/ha pleno sol y 31 a 54 kg/ha bajo sombra; Costa Rica 640 kg oro/ha pleno sol comparado con 100-732 kg/ha con promedio

de 333 kg/ha bajo sombra, aunque tales diferencias no son estadísticamente significativas). En Nicaragua, el rendimiento con el uso moderado de insumos orgánicos (MO) fue 23 kg/ha comparado con 74 kg/ha con uso moderado de insumos químicos (MC) y 22 kg/ha con bajo uso de insumos orgánicos (BO), todos en sistemas agroforestales. En Costa Rica, los orgánicos casi no tuvieron cosecha.

El desarrollo en la cobertura de sombra fue muy distinto entre tratamientos en Costa Rica. *E. poeppigiana* creó una sombra entre 18-25% de cobertura en marzo 2002, mientras que los tratamientos con *T. amazonia* no pasaron de 8%. Los tratamientos orgánicos tuvieron mayor sombra arriba, entre 20-45% debido a la siembra de *Ricinus communis* como sombra temporal. En Nicaragua

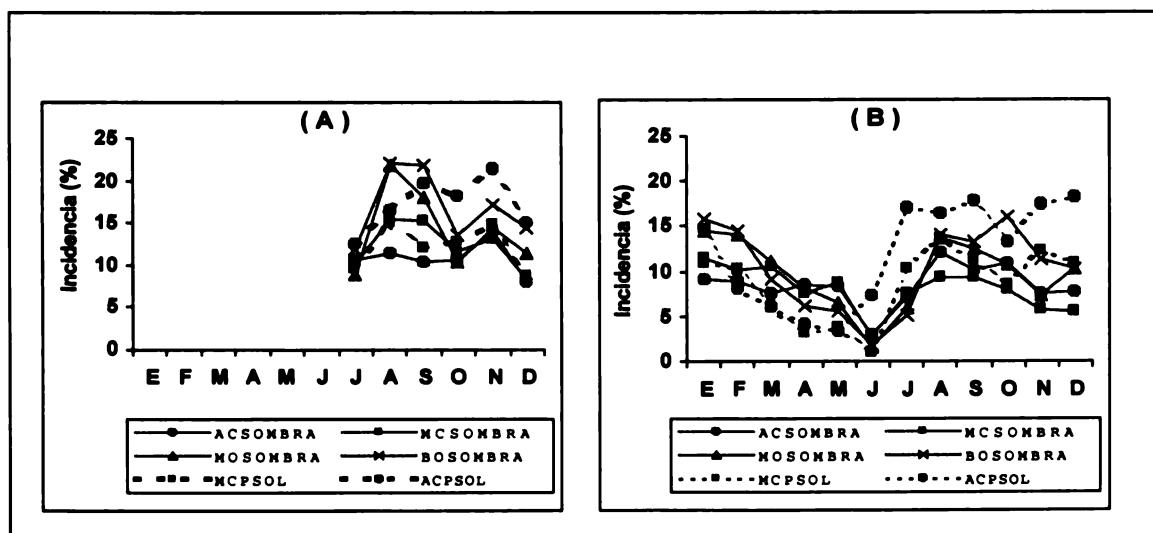


Figura 1. Comportamiento epidemiológico de *Cercospora coffeicolla* en 2001 (A) y 2002 (B) en cafetos bajo sol y sombra manejados con insumos químicos sintéticos (AC o MC) u orgánicos (MO o BO) en Nicaragua

todos los tratamientos tuvieron sombra temporal de *R. communis* o de *Cajanus cajan*; la cobertura de sombra durante el invierno (octubre 2001) estuvo entre 46-62%, pero bajó a 19-24% en verano (marzo 2002). Los árboles de sombra permanente no contribuyeron con más del 5% de cobertura en este tiempo.

En esta fase de establecimiento, la enfermedad de mayor incidencia en Nicaragua (Figura 1) fue *Cercospora coffeicolla*

(mancha de hierro o *chasparría*), que en Costa Rica fue la segunda más importante después de *Hemileia vastatrix* (roya) (Cuadro 3). *C. coffeicolla* tuvo mayor incidencia en los tratamientos a pleno sol y en épocas de mayor precipitación. Después de dos años de manejo diferenciado de hierbas en Nicaragua se había desarrollado una cobertura natural de 40% en los orgánicos mientras que los manejados con herbicidas frecuentes tuvieron entre 40-50% de suelo descubierto.

Cuadro 3. Resumen de incidencia de enfermedades en el Ensayo de Sistemas Agroforestales con Café en Turrialba, Costa Rica - período agosto a noviembre 2003

Subparcela	Roya	Ojo de gallo	Chasparría	Antracnosis	Phoma	% Promedio enfermedad*
						Bandolas antracnosis
<i>Terminalia amazonia (AC)</i>	38.67	0.08	10.36	4.41	0.50	13.33
<i>T. amazonia (BO)</i>	30.03	0.00	11.39	4.12	0.41	2.09
<i>T. amazonia (MC)</i>	42.05	0.00	12.38	4.90	0.17	14.68
<i>T. amazonia (MO)</i>	35.05	0.49	8.41	2.17	0.63	8.33
<i>Erythrina poeppigiana (AC)</i>	37.25	0.00	13.43	1.00	0.17	12.22
<i>E. poeppigiana (BO)</i>	27.36	0.33	4.29	1.53	0.72	0.00
<i>E. poeppigiana (MC)</i>	51.97	0.00	5.62	3.38	0.60	4.44
<i>E. poeppigiana (MO)</i>	27.42	0.00	4.27	1.48	0.16	0.00
<i>Cloroleucon eurycyclum</i> + <i>E. poeppigiana (AC)</i>	40.33	0.00	17.68	4.47	0.10	27.78
<i>C. eurycyclum</i> + <i>E. poeppigiana (BO)</i>	31.69	0.49	4.54	1.61	0.00	1.11
<i>C. eurycyclum</i> + <i>E. poeppigiana (MC)</i>	41.29	0.00	6.29	2.72	0.19	18.65
<i>C. eurycyclum</i> + <i>E. poeppigiana (MO)</i>	31.45	0.56	7.44	2.21	0.17	1.22
<i>C. eurycyclum (MC)</i>	47.58	0.00	13.32	4.18	0.00	28.89
<i>C. eurycyclum (MO)</i>	34.78	0.00	8.28	1.34	0.00	2.35
<i>E. poeppigiana</i> + <i>T. amazonia (MC)</i>	51.33	0.18	4.87	3.08	0.15	12.22
<i>E. poeppigiana</i> + <i>T. amazonia (MO)</i>	33.47	0.00	6.18	2.37	0.17	2.44
<i>C. eurycyclum</i> + <i>T. amazonia (MC)</i>	40.01	0.00	14.73	3.91	0.33	35.56
<i>C. eurycyclum</i> + <i>T. amazonia (MO)</i>	31.41	0.00	8.68	4.33	0.17	0.00
<i>Pleno sol (AC)</i>	34.65	0.00	20.17	3.77	0.94	23.46
<i>Pleno sol (MC)</i>	44.69	0.00	9.45	2.75	0.66	35.00

FIELD SCREENING IN COSTA RICA OF ECUADORIAN MYCOPARASITES OF THE COCOA FROSTY POD ROT PATHOGEN *Crinipellis (Moniliophthora) roreri*

Harry C. Evans¹, Keith A. Holmes¹, Sarah E. Thomas¹, Claudio Arroyo²

Abstract

Frosty pod rot disease, caused by the basidiomycete fungus *Crinipellis roreri* (formerly known as *Moniliophthora roreri*), is now becoming a major invasive pathogen of cocoa in Latin America. The failure of conventional control measures to halt its progress and reduce losses has necessitated evaluating alternative methods of managing this dangerous and damaging pod pathogen. Biological control, and in particular the so-called classical strategy, is currently being investigated in Costa Rica. This classical approach centers on the premise that the most efficient, and hence exploitable natural enemies will be found in the native range of the target pest (arthropod, pathogen or weed). In the case of the frosty pod rot pathogen, the area of origin is purported to lie in the foothills of the western Andes, in northern Ecuador and Colombia. The search for coevolved natural enemies, specifically mycoparasitic fungi colonising the spores and pseudostroma, which cover the pod surface, concentrated on submontane forests in northwest Ecuador where wild populations of *Theobroma gileri* infected by the frosty pod pathogen were discovered.

Mycoparasites were isolated, either directly *in situ* on selective media, or in the laboratory from diseased pods transported to the UK. Fungal isolates were characterised and screened for mycoparasitic activity using a pre-colonised plate technique. Those isolates which exhibited high levels of mycoparasitism against *C. roreri* in culture, including *Clonostachys rosea* and *Trichoderma stromaticum*, were selected for field trials in Costa Rica, after a pest risk analysis and following permission from the Costa Rican Plant Health Authorities to import the exotic isolates.

Two-month-old, hand pollinated pods were inoculated with spore suspensions (1×10^6 spores/ml) of the selected mycoparasites and bi-weekly samples were taken over a 10-week period in order to assess their ability to colonise and persist on pods in the field. The results of this first phase of the project are presented and discussed. The methodology of the second phase, which will concentrate on determining the efficacy of the mycoparasites to reduce the sporulation of *C. roreri*, is also discussed.

SUSTANCIAS PURAS DE ORIGEN VEGETAL COMO REPELENTES DE LOS ADULTOS DE *Bemisia tabaci*

Guillermo Flores¹, Luko Hilje², Lilliana González³, Manuel Carballo⁴

Se estudió el efecto fagodisusivo y posible ovidisusivo de 19 sustancias puras de origen vegetal sobre los adultos de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en un invernadero en el CATIE. Se hicieron dos tipos de experimentos, uno de escogencia restringida y otro de escogencia irrestricta.

En los experimentos de escogencia restringida, cada sustancia se evaluó en cuatro dosis (0,1, 0,5, 1 y 1,5% v/v), y se compararon con cuatro tratamientos testigo: aceite mineral (1,5% v/v), endosulfán, un emulsificante y un testigo absoluto (agua). Se asperjaron plantas de tomate dentro de jaulas de manga, donde se liberaron 50 adultos de *B. tabaci*. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cuatro repeticiones. Para el experimento

de escogencia irrestricta se escogieron las dosis más eficaces: cinamaldehído (0,5%), perialdehído (0,5%), 1-hexanal (1%) y Z-3-hexen-1-al (0,5%), y se compararon con dos testigos (agua y aceite). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En otro experimento, las sustancias puras se aplicaron en dispensadores de liberación controlada, y se contó el número de adultos hasta los 22 días, para evaluar su residualidad.

Algunas de las sustancias puras causaron repelencia en los adultos, entre las que sobresalió el cinamaldehído. Sin embargo, ninguna de ellas superó al aceite agrícola en su efecto fagodisusivo, y su residualidad no fue mayor de 8-15 días, incluyendo la del aceite.

¹Egresado del CATIE. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Cartago, Costa Rica

²Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE

³ChemTica International. Heredia, Costa Rica

⁴Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE

EXTRACTOS VEGETALES COMO DISUASIVOS DE LOS ADULTOS DE *Bemisia tabaci*

Guillermo Flores¹, Luko Hilje², Gerardo A. Mora³, Manuel Carballo⁴

Se estudió el efecto fagodisusivo y posible ovidisusivo de cuatro fracciones (acuosa, metanol: agua, metanólica y etérea) del madero negro (*Gliricidia sepium*), hombre grande (*Quassia amara*) y tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*) sobre los adultos de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en un invernadero, en el CATIE. Se hicieron dos tipos de experimentos, uno de escogencia restringida y otro de escogencia irrestricta.

En los experimentos de escogencia restringida, cada fracción se evaluó en cuatro dosis (0,1, 0,5, 1 y 1,5% v/v), y se compararon con cuatro tratamientos testigo: aceite mineral (1,5% v/v), endosulfán, un emulsificante y un testigo absoluto (agua). Se asperjaron plantas de tomate dentro de jaulas de manga, donde

se liberaron 50 adultos de *B. tabaci*. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cuatro repeticiones. Para el experimento de escogencia irrestricta se utilizaron las dosis más eficaces de cada fracción y se compararon con dos testigos (agua y aceite). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

Varias fracciones de los tres extractos vegetales poseen sustancias que causan fagodisusión (y posiblemente ovidisusión); sobresalen la fracción metanólica en *G. sepium* y en *Q. amara*, así como la fracción acuosa de *S. pittieri*, las cuales causaron fagodisusión a dosis bajas (0,1, 0,1 y 0,5%, respectivamente). Sin embargo, ninguna de las fracciones superó al aceite agrícola en su efecto fagodisusivo.

¹Egresado del CATIE. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Cartago, Costa Rica

²Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE

³Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica

⁴Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE

ABUNDANCE AND SPECIES RICHNESS OF TREES, BIRDS, BATS, BUTTERFLIES AND DUNG BEETLES in silvopastoral systems in the agricultural landscapes of Cañas, Costa Rica and Rivas, Nicaragua

C.A. Harvey¹, J. Sáenz², J. Montero², A. Medina², D. Sánchez², S. Vilchez², B. Hernández³

J.M. Maes⁴, F.L. Sinclair³

Resumen

Examinamos la abundancia, riqueza y diversidad de aves, murciélagos, escarabajos y mariposas en diferentes tipos de cobertura arbórea (bosques, bosques riparios, charrales, cercas vivas y potreros con cobertura arbórea) en dos zonas ganaderas (Rivas, Nicaragua y Cañas, Costa Rica). Con base en esa información, discutimos la importancia de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para la conservación de la biodiversidad y recomendamos cómo mantener la biodiversidad en esas zonas.

1. Introduction

Throughout Central America, large areas of land have been deforested and converted into pastures for cattle production, thus creating mosaics of small forest patches interspersed within pastures and crop fields. Within these agricultural landscapes, farmers often retain small-forested areas, which can provide habitats and resources and maintain landscape connectivity for a variety of plants and animals. Yet, little is known about the biodiversity conserved within these agricultural landscapes.

In this study, we examined the importance of different types of on-farm tree cover for the conservation of birds, bats, dung beetles, and butterflies in two pastoral landscapes (Rivas, Nicaragua and Cañas, Costa Rica). Our objectives were: 1) To compare patterns of abundance, species richness and diversity of different taxa within different types of on-farm tree cover (forest patches, riparian forests, secondary growth, live fences, pastures with high tree cover and pastures with low tree cover).

2) To evaluate the importance of these different habitats for biodiversity conservation. 3) To provide recommendations on how to conserve biodiversity within silvopastoral landscapes.

2. Methods

In both Rivas and Cañas, we identified an area of roughly 10 000 ha as the study site. Using aerial photos and satellite images, we identified a total of six types of tree cover (hereafter referred to as 'habitat types'): 1) secondary forests; 2) riparian forests; 3) secondary growth (charral); 4) live fences; 5) pastures with high tree cover (16-25 % tree cover); 6) pastures with low tree cover (0-5% tree cover). High versus low tree cover pastures were selected to determine whether tree density in pastures influences the biodiversity they conserve.

For each habitat type, eight replicas were randomly chosen from the aerial photo (8 plots/habitat/6 habitats = 48 plots total). In each plot, birds were observed and registered during one hour per day (using 4-point counts per site); bats were captured with eight mist nets for a period of six hours each night. Dung beetles were captured using 32 pitfall traps, with the traps being active during 14 hours each day. Butterflies were captured by netting during 1.5 hours per day in 150 m of transects per site. Each of the 48 parcels was sampled for a total of 2 days for birds, bats, small terrestrial mammals, dung beetles, and butterflies, during the study period (April to December 2002). Total sampling effort per plot was 2 hours of observations for birds, 96 mist-net hours for bats, 64 trap-nights for dung beetles and 3 hours of netting for butterflies. In addition, the vegetation within each plot was characterized within a 0.1

¹CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica Corresponding author (charvey@catie.ac.cr)

²Programa Regional de Manejo de Vida Silvestre, UNA, Costa Rica

³Fundación Nicaragüense para la Conservación (Fundación Cocibolca), Apdo. Postal C-212, Managua, Nicaragua

⁴University of Wales at Bangor, Wales

ha area, by recording all trees greater than 10 cm in diameter. Additional details on the sampling methods are available from the first author upon request.

For each taxa (trees, birds, bats, butterflies and dung beetles), we compared the species richness, abundance and diversity (Shannon, Simpson and Equitativity) across the six habitats, using ANOVA (for normally distributed data) or Kruskal Wallis (for non-normally distributed data). For the taxa where guild data were available (trees, birds, bats and butterflies), we also compared differences in the species richness and abundance of different guilds across the six habitats using ANOVA or Kruskal Wallis. For each taxa, we generated species-area curves for each habitat type, in order to compare whether or not the rate of species accumulation differed across habitats. The degree of similarity in species composition among pairs of habitats was calculated using the Jaccard similarity index, and these similarity indices in a Bray-Curtis cluster analysis to determine which habitats had the most similar species composition.

3. Results and discussion

In the Rivas landscape, 22 810 individuals of 342 different species were registered, whereas in Cañas, 32 540 individuals and 408 species were captured (Table 1). In general, the species richness for all groups was higher in the Cañas site than in the Rivas one, suggesting that the Cañas site may be slightly better conserved (both Cañas and Rivas are tropical dry forest ecosystems).

Although the precise patterns of abundance, species richness and diversity varied between the two sites, some general patterns emerged. First, the patterns of species richness abundance across habitat varied among the different groups studied with some groups showing clear patterns across habitats while others did

Table 1. Number of species and individuals for each taxa sampled in fragmented landscapes of Rivas, Nicaragua and Cañas, Costa Rica

Taxon	No. species		No. individuals	
	Rivas, Nicaragua	Cañas, Costa Rica	Rivas, Nicaragua	Cañas, Costa Rica
Vegetation	146	134	2362	911
Bats	24	42	2299	2,557
Rodents	6	10	71	141
Birds	83	128	1840	1374
Butterflies	50	60	559	544
Dung beetles	33	34	15 679	27 013

not. For example, in the Rivas landscape, bird species richness was higher in the riparian forests, *charrales*, secondary forests and pastures with high tree cover than in live fences and pastures with low tree cover. In contrast, bat species richness was greater in riparian forests and live fences than in either secondary forests or pastures with low tree cover. Butterfly and dung beetle species richness showed no significant differences among habitats.

In Cañas, on the other hand, the patterns were slightly different from those in Rivas, but like the Nicaraguan site, the patterns of species richness and abundance across habitats varied depending on the group studied (Table 2). These data suggest that different animal groups may respond differently to the same landscape (most likely due to their particular habitat requirements and degree of mobility) and that no one group should be used as a surrogate for other species.

While different groups respond differently to the same landscape, the forested habitats (riparian forests, forest patches and *charral*) appear to hold greater conservation potential for many groups, particularly for species that are dependent on forest cover. In special, riparian forests appear to be very important

Table 2. Total abundance (Ab) and species richness (S) by group and by habitat in Cañas, Costa Rica*

Habitat	Birds		Bats		Butterflies		Dung beetles		Small mammals		Trees	
	S	Ab.	S	Ab.	S	Ab.	S	Ab.	S	Ab.	S	Ab.
BS	62	249	21	459	22	77	27	13689	4	54	40	166
BR	60	234	33	714	18	63	25	5803	8	33	58	267
CH	56	217	22	429	20	57	23	2670	3	24	47	347
PAC	53	221	17	255	22	138	25	1752	4	19	20	42
PBC	52	256	14	180	25	111	22	2135	4	7	12	24
CV	56	198	26	520	26	96	24	4436	3	4	34	1141

* Data represent the summary of all 48 plots. Data from live fences are not directly comparable with the other habitats due to differences in the area surveyed.

BS = Secondary forest; BR = Riparian forest; CH = Secondary growth (*charral*); PAC = pastures with high tree cover; PBC = pastures with low tree cover; CV = Live fence

for bird and bat species. These forested habitats also tend to have a greater abundance and species richness of forest-dependent species (which are typically lacking in the less forested landscapes). Thus, whereas the forest habitats do not necessarily always have the highest species richness or abundance of a given group, they usually have a more distinct species composition, consisting of a greater proportion of forest-dependent species.

Live fences appear to be very important for bat and birds, as both of them follow fences as they cross the agricultural landscape. Birds were also often observed perching or feeding in live fences. Additional studies are currently underway to evaluate the role of live fences in facilitating movement across the landscape and to evaluate how the structure, composition and spatial arrangement of live fences in the landscapes affect the fauna that visit them.

The particular characteristics of individual habitats (such as their floristic and structural diversity, or availability of fruit or flowers) are important in determining the species richness and abundance of organisms present as is the landscape context in which the habitat occurs (i.e. how fragmented the landscape is, how much tree cover remains nearby, etc.). For example, the overall higher species richness in the Cañas study site probably

reflects, to a larger degree, the fact that this landscape has more remaining forest and larger forest patches than the Rivas site, which is more degraded. Specific landscape analyses are currently under way to determine the exact nature of these relationships.

In summary, the results suggest that a significant portion of the biodiversity still occurs within pastoral landscapes and that on-farm tree cover (particularly forest fragments, riparian forests and *charral*) is critical for conserving biodiversity. Silvopastoral systems (live fences and pastures with trees) are of lesser conservation value than forest patches, but still retain a significant portion of the biodiversity and may play important roles in maintaining landscape connectivity.

The ability of landscapes to maintain biodiversity will depend on the abundance, type and arrangement of tree cover within the landscape as well as the ways in which farmers manage their cattle production systems. Activities that are deemed important for conserving biodiversity within pastoral landscapes include controlling the use of fire, removing cattle from forest patches and riparian forests, reducing application of herbicides in pastures, restricting the logging of trees in pastures, and facilitating natural regeneration in pastures.

UN ENFOQUE INTEGRAL DE LA ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN FINCAS GANADERAS DE COSTA RICA

Vilma A. Holguín, Muhammad Ibrahim, Jairo Mora,
Francisco Casasola¹

Summary

The GEF-CATIE Silvopastoril Project promotes the establishment of silvopastoral systems. This is done by means of the payment of incentives for environmental services and technical assistance. The participatory method was used to identify the problems, necessities for qualification and planning of land use and technical assistance. In Costa Rica, 137 cattle farms participated in the project, with an average area of 23.0 ha. The payment for environmental services to 107 farmers at an average of US\$172.6 per farm has been granted. In this case we have seen changes from areas with degraded pastures to fodder banks, improved pastures, live fences and/or secondary forests.

Keywords: Payment for environmental services, technological change, land use change

1. Introducción

El pago por servicios ambientales es una experiencia novedosa, aunque alrededor del mundo se tiene noticia de casos en los cinco continentes. El estudio de Landell-Mills y Porras (2002) analiza más de 287 casos sobre pago por servicios ambientales; sin embargo, la mayor parte de estos se relacionan con pagos por conservación o protección de los recursos naturales, principalmente, en sistemas forestales. Son excepcionales las experiencias de valoración de servicios ambientales en agroecosistemas productivos, campo en el cual Costa Rica es pionera.

El proyecto Silvopastoril GEF- CATIE inició labores en mayo 2002, con el propósito de promover los sistemas silvopastoriales mediante el pago de un incentivo a los servicios ambientales, principalmente almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad. Paralelamente, el proyecto pretende indagar el efecto de incentivos inductores del cambio o de estímulos externos: el pago por servicios ambienta-

les (PSA) y la asistencia técnica (AT). Este documento tiene como objetivo caracterizar y sistematizar las estrategias para impulsar los cambios de uso del suelo que implica el establecimiento de sistemas silvopastoriles y evaluar la respuesta de los usuarios.

2. Metodología

En Costa Rica, el proyecto trabaja en la región del Pacífico Central, donde cuenta con la participación de 137 familias, para las cuales la actividad ganadera es la principal fuente de recursos. Este grupo de productores se subdivide en tres categorías: 32 productores reciben PSA; 74 productores reciben PSA + AT y 31 actúan como grupo control. La zona de influencia va de los 50 hasta los 1000 msnm, en dirección Oeste-Este. La temperatura media anual es de 27 C y la precipitación oscila entre 1500 y 2000 mm anuales, con una humedad relativa de 65-80% (IMN 2001). Las zonas de vida presentes son bosque húmedo tropical y bosque seco tropical (Holdridge 1978).

El pago del servicio ambiental se calcula mediante un índice compuesto que indica el potencial de los usos del suelo para almacenar carbono y conservar diversidad. El esquema considera al bosque primario como referente ideal para la generación de los servicios ambientales propuestos, por lo cual es el uso que genera el mayor puntaje (2 puntos). Contrariamente, las pasturas degradadas y cultivos anuales sin árboles son los que proveen el menor índice (0) por ser paisajes propicios para la pérdida de biodiversidad y emisión de gases con efecto invernadero. El cambio de uso del suelo y su tecnología asociada es estimulado por un proceso sistemático de creación de capacidad local que integra la asistencia técnica a productores y la capacitación a extensionistas. La asistencia técnica se hace bajo un proceso de "aprender haciendo", centrado en las demandas situacionales de los actores.

¹CATIE. Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA).

3. Discusión de resultados

Si bien el pago representa el principal motor inductor hacia los sistemas silvopastoriles, este cambio del uso de la tierra implica un desarrollo tecnológico y, por lo tanto, un sistema de asistencia técnica que debe acompañar a dicho proceso. La asistencia técnica y la capacitación centradas en los actores constituyen el motor de cambio multiplicador del proceso. Para lograr el acercamiento entre científicos, extensionistas y productores, diferentes estrategias se han conjugado, con el fin de romper el esquema convencional del 'apoyo vertical' (*top down*).

Dicho esquema ha sido sustituido por acciones centradas en las necesidades de los actores, las cuales surgen en los itinerarios del calendario agrícola. Así, las estrategias de capacitación y asistencia técnica se han organizado en dos categorías: eventos personalizados y eventos grupales (Cuadro 1). Ambos se conciernen junto con los productores, por lo cual el acercamiento entre los actores involucrados sigue una secuencia progresiva.

3.1 Experiencias con los productores

La capacitación en diferentes temas agronómicos, económicos y sociales ha constituido una estrategia fundamental para que los actores intermediarios (extensionistas) redefinan su papel en el proceso. Tal redefinición conlleva un nuevo rol para los extensionistas, quienes pasan de ser difusores de tecnologías a facilitadores de procesos de aprendizaje compartido. A su vez, los actores finales (productores) adquieren un nuevo rol como planificadores y experimentadores en sus propios campos. En este sentido, la ejecución de planes de finca participativos es un estilo de asistencia técnica centrada en las necesidades de los productores, la cual les permite ser los creadores de sus propios escenarios futuros.

La diseminación de conocimientos mediante asistencia técnica en el proyecto se basa en dos premisas: 1) Las necesidades del finquero están en función del calendario agrícola y de

la disponibilidad de recursos; así, los mensajes están orientados a acciones enmarcadas en los itinerarios de la finca. 2) Se trata de asistir al productor en su proceso de aprendizaje de nuevas tecnologías o en el perfeccionamiento de las que maneja empíricamente, mediante técnicas de "aprender haciendo". Para ello, el concepto de "menú tecnológico" o "canasta de tecnologías" constituye el recurso básico que se ofrece al productor y sobre el cual este toma las decisiones de cambio. Dichas premisas constituyen una diferencia básica en cuanto al extensionismo tradicional y al concepto convencional de "paquete tecnológico", el cual obliga al usuario a implementar la técnica transferida por parte del agente externo bajo el supuesto de que lo que se ofrece es lo mejor. Por el contrario, tal asistencia centrada en el actor estimula la capacidad experimental de los productores y lo induce a la toma de decisiones.

3.2 Características de los productores

Los 137 productores con los que el proyecto trabaja en Costa Rica presentan diferencias marcadas en cuanto a la historia y el manejo de indicadores productivos. El área de las fincas oscila entre 5,8 y 175 ha, con un promedio de 23,0 ha (desv. est. = 28,37). El 80% de las fincas tienen menos de 53,3 ha. El estudio de línea base sobre usos del suelo en las fincas ratifica que la mayor proporción del área de las fincas se dedicada a pasturas, una importante proporción de ellas en estado de degradación y el resto distribuidos así: pastos naturales 34%, pasto mejorado 11%, pasto degradado 21%, banco forrajero 0,5%, bosques y tacotales 28%, infraestructura 1% y otros usos 4,5%.

3.3 Respuesta de los productores

El pago de la línea base se hizo a 107 productores con un incentivo promedio de US\$172,6 por finca. La mayor parte de los incentivos se otorgaron a fincas menores de 80 ha. Los principales cambios de pastos degradados se hicieron hacia otros usos eco-amigables, principalmente pasto mejorado con árboles, cercas vivas, bosques, bancos forrajeros y regeneración natural para tener bosques secundarios en el futuro.

Cuadro 1. Eventos del componente de asistencia técnica desarrollados por el proyecto GEF-CATIE en el Pacífico Central de Costa Rica

Categoría	Eventos	No. de Eventos	No. de Productores
Eventos Grupales	Talleres de sensibilización	3	52
	Talleres de capacitación	5	140
	Días de campo	3	72
	Reuniones Institucionales	2	
Eventos Individuales	Reuniones de planificación de fincas	105	105
	Asistencia técnica en fincas	40	40
	Leyantamientos del uso del suelo	137	137
	Encuesta	137	137

3.4 Adopción de tecnologías eco-amigables

Se espera que en el futuro los productores inscritos en el Proyecto hayan asimilado y apropiado los cambios tecnológicos que implican el cambiar de un modelo de ganadería extensiva hacia un sistema silvopastoril. Así, las principales tecnologías identificadas como prioritarias en los eventos grupales y asistencia técnica individual son: manejo de viveros de especies multiuso, manejo de bancos forrajeros, cercas vivas, ensilajes y alimentación del ganado con recursos locales. Se espera que en la época de lluvia surjan otras necesidades de capacitación, acordes con los itinerarios de la época.

4. Conclusión

Si bien el PSA es el principal inductor del cambio de uso del suelo, la asistencia técnica jugará un papel importante a largo plazo. El éxito de este componente puede, en cierta medida, garantizar la continuidad de la reconversión tecnológica y la organización de productores.

Bibliografía

- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 214 p.
- Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN). 2001. Consultado el 30-10-2002. <http://www.imn.ac.cr/educa/clima/PCENTRAL>.
- Landell-Mills, N; Porras, I. 2002. Silver Bullet or Fools Gold?. A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. London, IIED. 237 p.

MULTI-AGENT SYSTEMS FOR SIMULATING BIRD POPULATIONS IN FRAGMENTED LANDSCAPES

Bruno Locatelli ¹

1. Introduction

Investigating the functioning of an ecosystem requires understanding how processes at micro level can explain organization patterns at ecosystem level. The complexity of ecological systems arises from the interactions between their elements (animals, plants, and abiotic environment) which may result in patterns formation at community or ecosystem level (Hartvigsen *et al.* 1998). The major sources of ecological complexity (large number of diverse components, nonlinear interactions, scale multiplicity, and spatial heterogeneity) prevent the use of classical modeling approaches (Wu & Marceau 2002).

Multi-agent systems (MAS) are powerful simulation tools for studying the emergence of system characteristics starting from hypothesis on the behavior and the interactions of the system components (Thébaud & Locatelli 2001). MAS were developed by researchers in Artificial Intelligence, and have been used for some years to simulate social and ecological complex systems (Gilbert & Troitzsch 1999).

In ecological science, MAS (also called Individual-Based Models, see Hare & Deadman 2004) can simulate the individual life cycles of diversified agents and the interactions between agents (Uchmanski et Grimm 1996). Agents may be animals or plants, each one with its own dynamics. Interactions may include predation between animals, plant foraging by animals, reproduction between same-specie animals, and competition between same-sex individuals, among others. We developed a MAS applied to the simulation of a bird population in fragmented landscapes, in order to show how ecosystem patterns may emerge from simple hypothesis about bird behavior.

2. Method

In the spatially explicit model, birds evolve in a virtual landscape represented by 100x100 grids. Two land uses are considered: pasture and forest (Fig. 1).

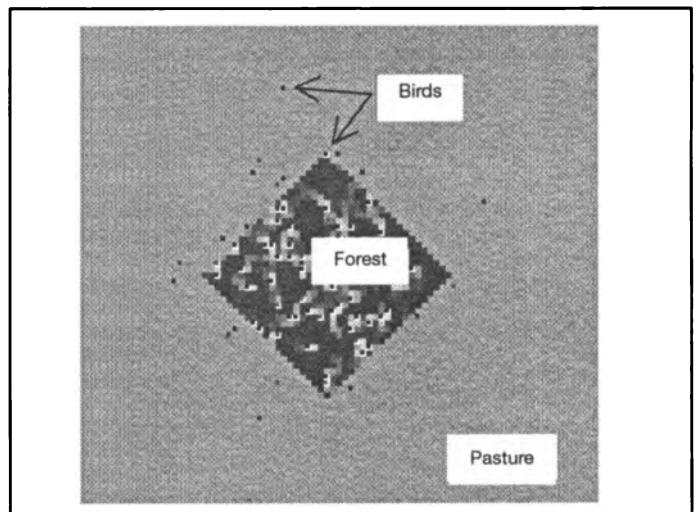


Figure 1. Birds evolve in a grid composed of forest and pasture (see figure 2 for bird color signification)

A population of forest birds is set in the grid and each bird follows rules determining movements, foraging, reproduction and death at each time step (Fig. 2). Birds are diverse in terms of lifetime or initial attributes but follow the same rules. At initialization stage, birds are located randomly in the forest patches. Birds forage seed, represented in the model as a renewable resource, abundant in forest and scarce in pasture. Model outputs are the map of average density of birds in the landscape, the density of birds and seeds in the distinct patches for each time step, or other variables such as the number of births and deaths.

Model is used in three different ways. First, we observe the effect of initial bird density on the average final density in a large forest patch during 10.000 time steps simulations. Secondly, we observe the effect of forest patch area on the final bird density in a landscape composed by a forest patch encompassed in pasture (Fig. 1). Thirdly, we observe the effect of gap distance between two forest patches in a landscape composed by two small forest patches and pasture (Fig. 3). All simulations are repeated 20 times because of random factors.

¹Cirad-Catie, bruno.locatelli@cirad.fr

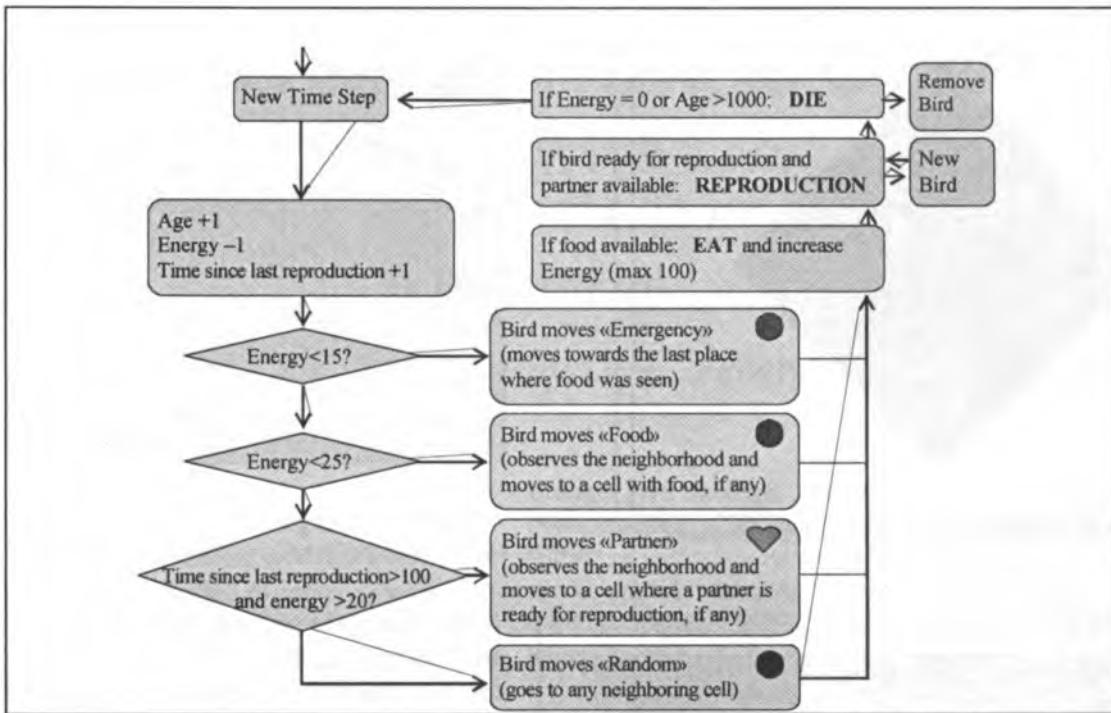


Figure 2. Rules followed by bird at each time step of the simulation

3. Results

First simulations show that the final density does not depend on the initial density, unless it is lower than a threshold (Fig. 4). If initial bird density is lower than the threshold, the probability that two fertile birds meet for reproduction is too weak to ensure population viability. With other initial densities, population density stabilizes around 0.1 bird per pixel. If initial bird density is higher than this final density, competition for food induces population decline (see higher curve in Fig. 4). If initial bird density is lower than final density, food abundance enables population growth. As population density is stable after the 5000th time step in all simulations, we define the average density between the 5000th time step and the simulation end as an indicator for system equilibrium.

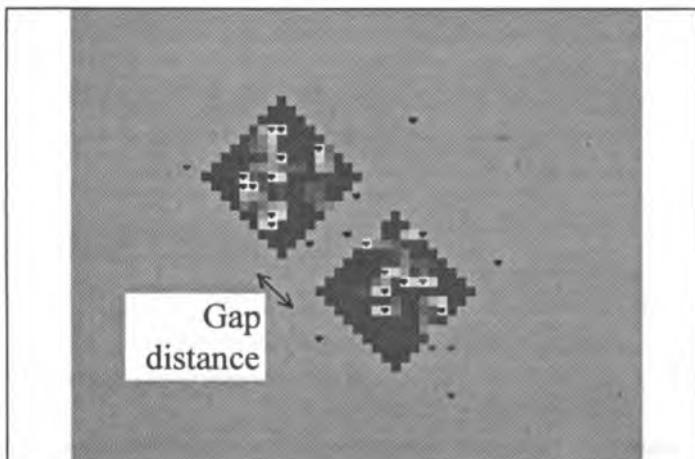


Figure 3. Grid used for studying the effect of the gap distance between two small forest patches on bird population viability

Maps of bird density show that birds are present in the nucleus of the patch and in the edges (Fig. 5). As simulated, birds are highly forest-dependent; the bird abundance at the edge is a surprising result. The second round of simulations, shows that larger forest patches host higher bird density (Fig. 6). Below an area of 100 pixel, a forest patch can not ensure the viability of bird population. The third round of simulations shows that shorter gap distances between two forest patches increase population viability and bird density, especially for small forest patches whose area is too small to ensure bird population viability (Fig. 7). Gap crossings between two close patches facilitate bird meetings and enhance reproduction.

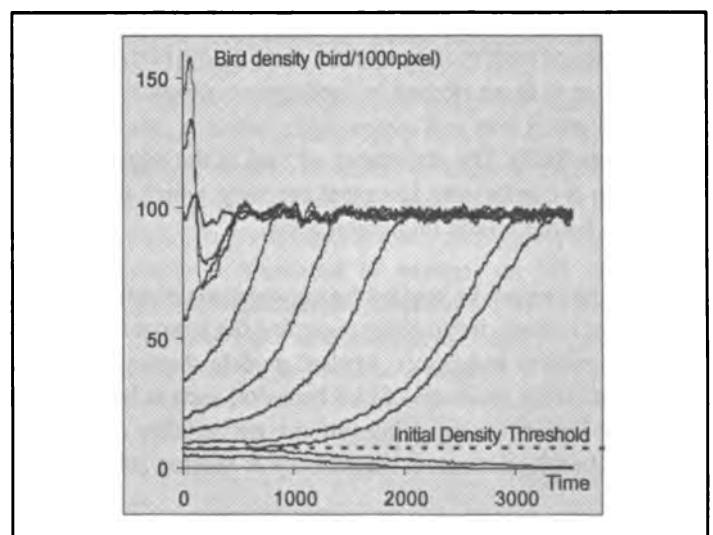


Figure 4. Initial bird density has no effect on equilibrium density

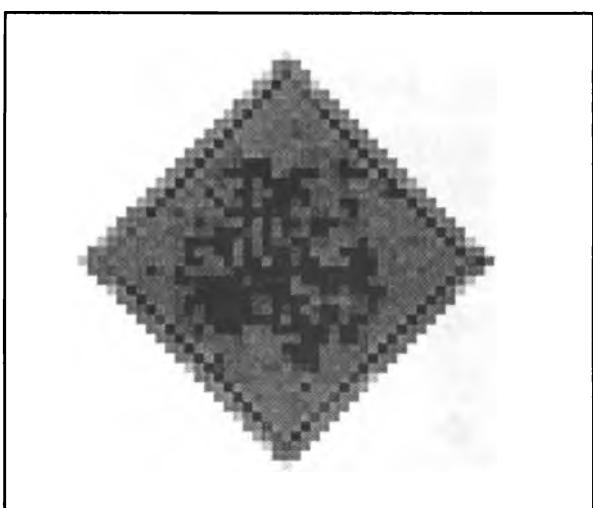


Figure 5. Bird density map in forest patch encompassed in pasture

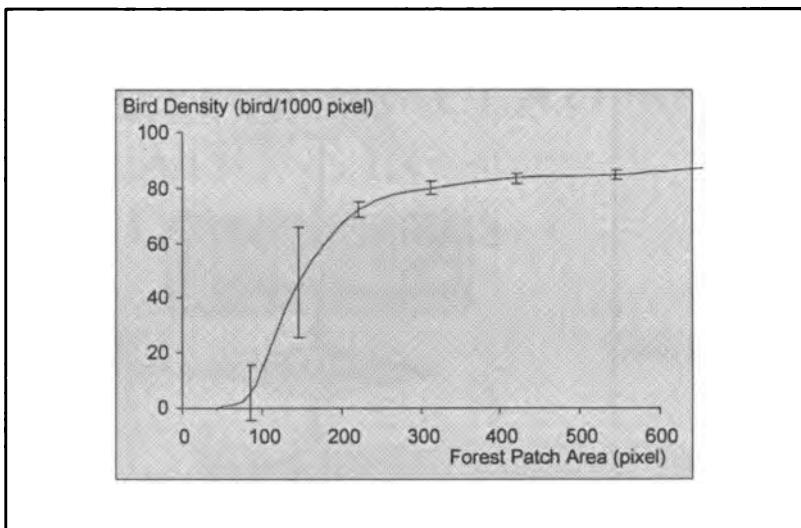


Figure 6. Larger forest patches shelter higher bird density

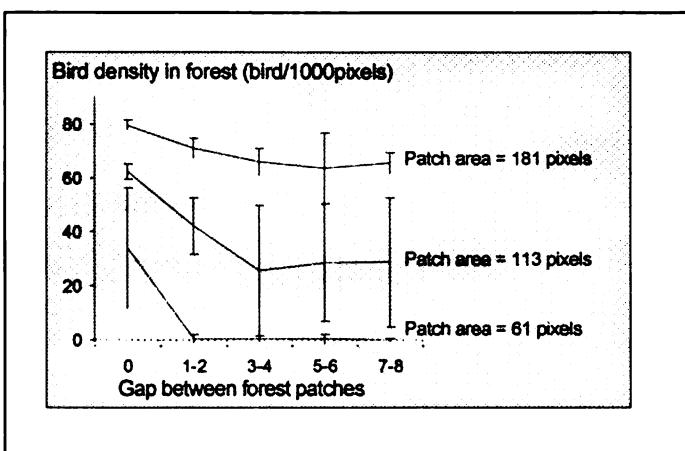


Figure 7. Smaller gaps between two forest patches increase population viability

4. Conclusion

With simple bird behavior rules, the simulation shows the emergence of pattern at ecosystem scale. Some of these patterns are similar to those studied by landscape ecology, related to the effect of patch area and connectivity between patches (Yahner & Mahan 2002). The abundance of bird at the edge of the forest patch is a surprising emergent property, which was not predictable before model implementation.

The model can not be applied for conservation issues because of its lack of realism, for instance regarding the temporal and spatial scales (timestep and pixel). Applied models should include real scales and other attributes of bird behavior, such as breeding seasons, life history traits, mating systems, territoriality, communication and biotic interactions (Stutchbury & Morton 2001).

There have been few attempts to implement behavioral aspects in ecological MAS (Huse et al. 1999) and to apply models to real situations mainly because of the lack of data (Turner et al.

1995). For some well-studied species and sites, knowledge about behaviors, landscape information, and bird monitoring data may allow us to validate these models and demonstrate their usefulness (DeAngelis et al. 2000).

Literature

- DeAngelis, DL; Gross, LJ; Wolff, WF; Fleming, DM; Nott, MP; Comiskey, EJ. 2000. Individual-based models on the landscape: applications to the Everglades. In: Sanderson J. & Harris L.D. (eds). *Landscape Ecology: A Top-Down Approach*. Lewis Publishers. pp.199-211.
- Gilbert, N ; Troitzsch, KG. 1999. *Simulation for the social scientist*. Buckingham, UK, Open University Press.
- Hare, M; Deadman, P. 2004. Further towards a taxonomy of agent-based simulation models in environmental management. *Mathematics and Computers in Simulation* 64 (1): 25-40.
- Hartvigsen, G; Kinzig, A; Peterson, G. 1998. The use and analysis of complex adaptive systems in ecosystem science. *Ecosystems* 1: 427-430.
- Huse, G; Strand, E; Giske, J. 1999. Implementing behaviour in individual-based models using neural networks and genetic algorithms. *Evolutionary Ecology* 13: 469-483.
- Stutchbury, BJM; Morton, ES. 2001. *Behavioral Ecology of Tropical Birds*. London, UK, Academic Press.
- Thébaud, O; Locatelli, B. 2001. Modeling the emergence of resource-sharing conventions: an agent-based approach. *Journal of Artificial Societies and Simulation* 4(2) <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/3.html>
- Turner, MG; Arthaud, GJ; Engstrom, RT; Hejl, SJ; Liu, J; Loeb, S; McKelvey, K. 1995. Usefulness of spatially explicit population models in land management. *Ecological Applications* 5(1): 12-16.
- Uchmanski, J; Grimm, V. 1996. Individual-based modelling in ecology: what makes the difference? *Trends in Ecology & Evolution* 11: 437-441.
- Wu, J; Marceau, D. 2002. Modeling complex ecological systems: an introduction. *Ecological Modelling* 153 (2002): 1-6.
- Yahner R.H., Mahan C.G., 2002. Animal behavior in fragmented landscapes. In: Gutzwiller K.J. (ed.), *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*, Springer, pp.266-287.

LA CAPACIDAD ORGANIZACIONAL PARA APRENDER

Factor clave del sistema de innovación en Nicaragua

Mario López¹, Danilo Padilla², Elia Kuan², Charles Staver³

Summary

CATIE-NORAD's IPM/Agroforestry Program measured the capacity of 17 collaborating research/teaching and field organizations to learn: How their professionals seek new knowledge, the organization-level procedures used to input, process, and output information and knowledge, and the effectiveness of individual and organizational learning in recent collaborations. Future CATIE projects should emphasize the knowledge seeking routine and information access of individual collaborators, the value-added chain to structure information generation and analysis; methods to link networks to innovation; and methods for planning and evaluating learning capacity among CATIE partners. The results of this study have been relevant to characterize the national system of innovation.

1. Capacidad para aprender = capacidad para enfrentar retos futuros y para innovar

El objetivo del Programa MIP/AF, CATIE-NORAD plantea fortalecer la capacidad de sus organizaciones colaboradoras, entendida como la incorporación de los aprendizajes generados con el Programa, en más y mejores actividades en MIP/AF. Un estudio con 43 organizaciones mostró un amplio reconocimiento por parte de los decisores y personal técnico sobre los métodos promovidos: capacitación participativa por etapa del cultivo, métodos de planificación y evaluación por pequeños proyectos, coordinación multi-institucional y enfoque de género/familia (Rodríguez y Meyrat 2001). Pero, la familiarización de los actores con estos enfoques no reflejó cambios a nivel organizacional. Una primera orientación midió la capacidad organizacional, como métodos de planificación estratégica y relaciones internas y externas (Lusthaus *et al.* 2002, Harrison 1994) y posteriormente, reconceptualizamos la capacidad de las organizaciones para aprender (Johnson 1992). Para enfrentar los grandes retos, las organizaciones tienen que fortalecer sus

rutinas para rastrear, acceder y procesar información y conocimientos, y contribuir con productos de mayor valor agregado. Los individuos de una organización tienen un rol vital por ser la unidad básica de aprendizaje y contribuir al proceso social de innovación (Engel y Salomon 1997). Presentamos los resultados del estudio de la capacidad de aprender de nueve organizaciones de investigación y ocho de campo; y sus implicaciones para futuros proyectos del CATIE.

2. Materiales y métodos: individuos, procedimientos formales y colaboraciones como casos

Los conceptos de la capacidad organizacional para aprender fueron desarrollados en sub-estudios complementarios que cumplían dos funciones -crear una experiencia de aprendizaje, en función de retos futuros y cuantificar cambios en la capacidad organizacional de aprender, en colaboración con el Programa. Con base en revisiones bibliográficas sobre capacidad organizacional, procesos sociales y sistemas de innovación, hicimos dos talleres piloto: uno con el equipo MIP/AF y otro con profesionales de la UNAN-León. Estos ayudaron a completar los métodos para los tres sub-estudios: a) un cuestionario individual sobre fuentes y frecuencia de consulta en el rastreo de información; b) valoración del grado de efectividad de los procedimientos formales de la organización para manejar tres tipos de información y conocimientos -rastreo y acceso de la oferta, proyección de demanda actual y futura, y actividades de transformación para mejores o nuevos productos; c) análisis de los mecanismos y la efectividad del aprendizaje de los individuos y la organización por colaboraciones recientes. Para la ejecución del estudio se formaron 17 equipos de 3-5 personas entre CATIE y cada organización. Objetivos, métodos y resultados fueron presentados a decisores/as de cada organización para conseguir su aval y compromiso a futuro.

¹Centro de Investigación Económica y Tecnológica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

²Programa Regional CATIE MIP/AF, NORAD; ³INIBAP, Montpellier, Francia (anteriormente MIP/AF CATIE)

3. Resultados

Los 114 profesionales en organizaciones de investigación y los 55 en las organizaciones de campo indican que su rutina de rastrear nueva información y conocimientos se acerca a ordenada, dirigida y frecuente. Sin embargo, en las organizaciones de investigación sólo una minoría accede a información en inglés (21%) y otros idiomas (15%), usan Internet (25%), participan en congresos nacionales (32%) e internacionales (18%), participan en grupos de trabajo fuera de la organización (32%) y mantienen contactos con profesionales fuera de su institución. Pocos tienen vínculos con la cadena de valor agregado. Para las organizaciones de campo, solamente 5% acceden a información en inglés y otros idiomas, 18% usan Internet y 27% participan en congresos nacionales, en grupos de trabajo fuera de la organización y tienen contacto con otros sectores de la cadena de valor.

Todas las organizaciones estudiadas tienen rutinas formales para mejorar sus productos -profesionales, tecnologías, desarrollo agropecuario y comunitario, según el quehacer de cada organización. Pero, estos procedimientos están poco desarrollados para orientar las actividades de sus profesionales hacia la demanda actual y futura de sus productos y hacia la oferta de información y conocimientos. Los procedimientos internos para transformar información y conocimientos son incipientes. Ninguna organización tiene grupos internos con una rutina estable para una agenda a mediano plazo.

Para estas organizaciones las colaboraciones son la vía principal de nuevas informaciones y experiencias, aunque pocas de las 54 colaboraciones analizadas contribuyeron a mejorar su capacidad para aprender. Las colaboraciones variaron en disponibilidad de recursos, períodos y vinculación con la agenda organizacional. Aunque hubo mucho aprovechamiento del contenido de las colaboraciones, este no fue a nivel organizacional, sino por individuos, grupos informales y ciertas líneas de mando. Pocas colaboraciones enfocaron la cadena de valor. Las organizaciones carecían de mecanismos para monitorear su avance y negociar contenidos más dirigidos a sus necesidades.

4. Discusión y conclusiones

Hubo poca evidencia del impacto del Programa MIP/AF en la capacidad de las organizaciones para aprender, aunque hay evidencias de aprendizajes entre individuos y entidades. No obstante, los participantes de las organizaciones manifestaron una actitud positiva con su mayor comprensión del concepto del manejo de conocimientos, innovación y demanda futura. El equipo MIP/AF reconoció que aunque planteó un objetivo a nivel de sus organizaciones colaboradoras, no había desarrollado métodos de trabajo en este nivel. Para la elaboración de futuros proyectos dirigidos a la capacidad de aprender se identificaron diversos temas -fortalecimiento de la rutina de rastreo de información entre colaboradores individuales y su acceso a bibliografía, Internet y contactos; la cadena de valor agregado como marco para la generación y análisis de información; agendas y métodos para vincular grupos de trabajo y redes a sistemas de innovación; métodos de planificación, monitoreo y evaluación de la capacidad de aprender de las organizaciones socias de CATIE como marco de las colaboraciones.

Bibliografía

- Engel, P; Salomon, M. 1997. *Facilitating Innovation for Development*. Amsterdam, Netherlands, KIT Press.
- Harrison, M. 1994. *Diagnosing organizations: Models, methods and processes*. SAGE Publications.
- Johnson, B. 1992. *Institutional learning*. En *National System of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. B. Lundvall (ed).
- Lusthaus, C; Adrien, M; Anderson, G; Carden, F; Montalván, G. 2002. *Organizational Assessment: a framework for improving performance*. Ottawa, Canada, IDRC-IDB.
- Rodríguez, L; Meyrat, M. 2001. *Integración de enfoques MIP/AF en organizaciones colaboradoras*.

COMPARACIÓN ENTRE CONOCIMIENTO LOCAL Y CIENTÍFICO SOBRE ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE EN MATIGUÁS, NICARAGUA

Jorge Martínez¹, Celia A. Harvey, Muhammed Ibrahim, Jairo Mora,
Tamara Benjamín

1. Introducción

Los productores ganaderos de Nicaragua han desarrollado sistemas silvopastoriles como cercas vivas y árboles dispersos en potreros en sus fincas, lo cual les ha permitido acumular conocimientos sobre las especies arbóreas. El objetivo del estudio fue comparar el conocimiento local sobre la cobertura arbórea con el conocimiento científico para determinar la validez del conocimiento local de los ganaderos.

2. Metodología

Se caracterizó el conocimiento local sobre cobertura arbórea mediante el programa AKT (Agroforestry Knowledge Tool). En la zona se identificaron tres grupos de productores: a) finqueros (productores con mayores recursos que no viven en la finca); 2) campesinos (productores con pocos recursos que viven en su finca); 3) mujeres campesinas (pocos recursos y desempeñan actividades propias de su género).

Se determinaron las especies de árboles maderables conocidas por los productores y los atributos que les confieren para ser maderables. Luego, se correlacionaron los árboles que en opinión de los productores son de madera fina (según ellos, la "madera fina" es la más pesada), con la categorización por peso específico realizada en laboratorio.

3. Resultados

El grupo de maderas finas señalado por los campesinos y las mujeres estuvo altamente correlacionado con las propiedades físicas de la madera, lo que indica que el conocimiento local es similar al conocimiento científico. En cambio, la clasificación ofrecida por los finqueros no tuvo correlación con el conocimiento científico; de hecho, la forma de ordenar las especies maderables según su calidad fue totalmente al contrario de lo que la literatura técnica y científica afirman, en cuanto a peso específico.

4. Conclusiones

Según el conocimiento local de los productores, la madera fina es aquella que tiene un mayor peso y dureza. Este sistema de clasificación de madera fina es consistente entre los campesinos y campesinas y guarda similitud con los principios de clasificación del conocimiento científico.

En cambio, el conocimiento de los finqueros contradice el conocimiento científico, lo que demuestra su menor conocimiento de las maderas (tal vez por el hecho de que pasan menos tiempo en sus fincas que los campesinos).

Agradecimientos Esta investigación fue parte del Proyecto FRAGMENT (Inco-Dev ICA4-CT-2001-10099), financiado por la Unión Europea.

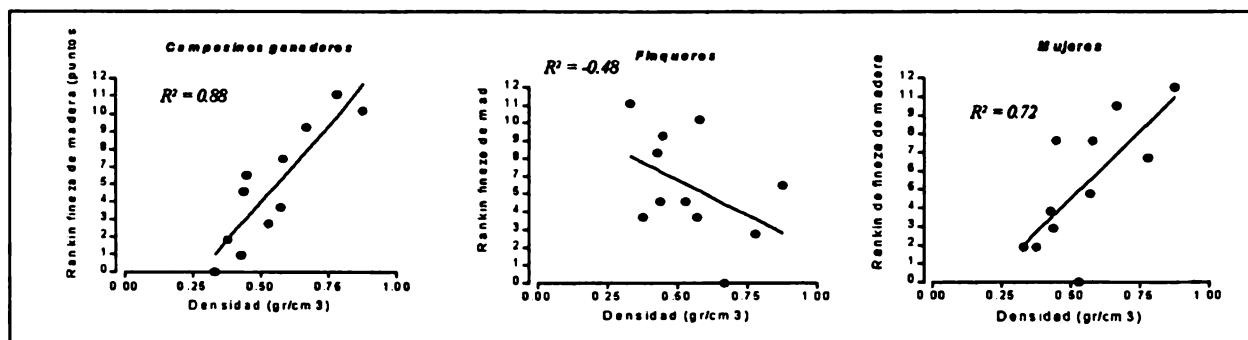


Figura 1. Gráfico de dispersión y coeficiente de correlación entre la clasificación de las especies maderables por su "finezza" (peso de la madera según conocimiento local) y el peso específico de estas especies determinado en laboratorio (datos registrados en publicaciones técnicas) en Matiguás, Nicaragua

¹CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica, jmartin@catie.ac.cr, charvey@catie.ac.cr, mibrahim@catie.ac.cr, jmora@catie.ac.cr, tamara@catie.ac.cr

CAPACIDAD DE INNOVACIÓN DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS Y LAS ORGANIZACIONES, PARA REDUCIR el uso externo de plaguicidas en los hortalizas del Trifinio, Centroamérica

Julio Monterrey, Danilo Padilla, Lutgarda Barahona, Falguni Guharay¹

Abstract

In the Central American highlands located in Trifinio, specialists from CATIE and collaborating organizations applied RAAKS (rapid appraisal of agricultural knowledge system) to analyze the issue of extreme use of pesticides in vegetable crops. Multi-sectorial strategies and actions for reduction of pesticides were discussed with a range of stakeholders. The conclusion was that it is necessary to incorporate new actors into the existing networks to bring about the desired changes by improving the quality of information and knowledge needed in the learning and innovation process. Clean vegetable production system will in the end contribute to better quality of life.

1. Introducción

En la producción agrícola Centroamericana persiste una cultura de preferencia por los plaguicidas sintéticos y prácticamente solo se controlan los residuos de plaguicidas en las exportaciones. El Programa CATIE/MIP (NORAD) en Nicaragua y otros países de la región, ha venido aplicando enfoques de razonamiento ecológico, planificación participativa, monitoreo público y colaboración interinstitucional. Sin embargo, el trabajo se quedó limitado al sector agrícola.

Trifinio es una región agropecuaria importante en la convergencia de Honduras, Guatemala y El Salvador. Allí, este programa capacitó a técnicos y familias productoras y documentó un alto uso de plaguicidas sintéticos en hortalizas. Estudiamos ahora la viabilidad de integrar enfoques multisectoriales, incorporando actores relevantes de la sociedad civil. El objetivo fue que los sectores claves de interesados desarrollaran conjuntamente estrategias y tácticas, para la reducción del uso extremo de plaguicidas.

2. Metodología

Un experto capacitó al equipo CATIE en valoración rápida del conocimiento sobre sistemas agropecuarios (RAAKS). Posteriormente, se formaron equipos en cada país y, a lo largo de cinco fases de trabajo que combinaron talleres sectoriales y multisectoriales de interesados, entrevistas de campo, recopilación de datos e información secundaria, se identificaron los sectores y actores relevantes, relaciones, limitaciones y oportunidades. A continuación, establecimos la línea base de conocimientos, uso de plaguicidas, sistemas hortícolas, innovaciones actuales y capacidad innovadora y, por último, se propusieron acciones para fortalecer la capacidad multisectorial de participación, compromiso e innovación para reducir el uso de plaguicidas.

3. Discusión de resultados

La capacidad de innovación está dada por el nivel de compromiso de los actores. Por tanto, mejorar el desempeño innovador equivale a mejorar el nivel de compromiso como práctica social. El segundo aspecto es la calidad del nivel de compromiso: ¿con quién nos comprometemos? Esto significa invertir en una relación, intercambiar en forma intensiva y, en general, realizar ajustes mutuos con respecto a ideas, estrategias y prácticas (Engel 1997). El modo de innovar también debe ser analizado (De Souza 2003), pues de él depende la calidad de información y conocimientos que se incorporan a las redes (Nonaka y Takeuchi 1999).

¿Cómo es la capacidad de innovación de las organizaciones en el Trifinio? Se identificaron 30 organizaciones pertenecientes o relacionadas con el sector gubernamental, diez ONG y varias

¹Programa Regional CATIE, MIP/AF (NORAD) Aptdo. Postal P - 116, Managua, Nicaragua

empresas. Otros actores son las alcaldías, agroservicios, banca privada, iglesia y otros. La coordinación de las acciones y procesos se da principalmente por las organizaciones gubernamentales. Esto define el modo de innovar, interpretar la realidad para cambiarla e intervenir para transformarla. Estas organizaciones privilegian el conocimiento explícito escrito y muy poco el tácito, aprendido mediante la experiencia y comunicado de manera indirecta en procesos de aprendizaje. La mayor parte de los técnicos de estas organizaciones del Trifinio, consideran que su labor principal es establecer parcelas demostrativas con innovaciones tecnológicas externas.

Por lo general, encontramos un modo de innovar clásico: la inducción a las familias productoras con información externa. En San Ignacio - La Palma, El Salvador, con reconocida tradición en agricultura alternativa, 75% de los productores innovadores entrevistados han recibido capacitación en agricultura orgánica. Pero la mayoría considera que su formación agroecológica es poca o nada, y las innovaciones que reportan dependen principalmente de insumos externos. Si el modo de innovar y los contenidos de las innovaciones proceden del conocimiento explícito, no se recupera el conocimiento local.

Las redes que incorporan conocimientos tácitos, acceden, procesan y construyen nuevos conocimientos ágilmente para responder a los entornos cambiantes; son redes de relaciones complejas, pero con valor agregado de conocimientos e información de distintos tipos y con diferentes propósitos, con experiencias y nociones que obtienen diariamente. Con respecto al uso de plaguicidas, aproximadamente 50% de las 45 organizaciones en los tres países representados en el Trifinio consideraron el problema con una media a alta prioridad, y cerca del 25% lo consideraban de baja prioridad.

¿Cómo es la capacidad de innovación de las familias rurales en el Trifinio? Limitada por un bajo nivel de compromiso y por la ausencia de actores relevantes. La coordinación entre sectores que trabajan con las familias rurales es deficiente; hay falta de organización y poca disponibilidad de recursos. También se nota una ausencia de mercados alternativos y poco acceso a información y conocimientos actualizados; faltan leyes que protejan a los consumidores. Con respecto a la problemática de los plaguicidas, el 62% de los consumidores encuestados en Esquipulas, Guatemala, conocen que son dañinos para la salud y el 81% estaría dispuesto

a consumir hortalizas sin químicos. En Ocotepeque, Honduras, más del 70% de los trabajadores de salud, guardianes de salud y maestros en formación saben que los productores usan demasiados químicos. Todos los actores encuestados están concientes del peligro que los plaguicidas significan para la salud, lo que se ha confirmado en estudios específicos, pero no se ha logrado ninguna incidencia en políticas y regulaciones al respecto.

Las redes de información están lideradas por los agroservicios, y más del 80% de las familias productoras del Trifinio usan controles químicos de plagas. La demanda de alimentos sanos no está en sus agendas personales y no sienten necesidad de cambiar sus estrategias de producción. La comunicación para promover la participación y el compromiso va unida en forma intrínseca a las prácticas diarias de los actores sociales involucrados, quienes desarrollan estrategias para acceder a la información cuando la necesitan. Si no hay compromiso con los sectores sociales que demandan productos sanos, los productores no buscarán información para desarrollar innovaciones que reduzcan el uso de plaguicidas.

4. Conclusiones

Los actores relevantes de diferentes sectores de la sociedad civil deben incorporarse con sus conocimientos a las redes multisectoriales para mejorar su calidad. Si se transforman las estructuras existentes, se puede aumentar su capacidad para enfrentar los desafíos de un entorno muy cambiante. Aunque es necesario mantener la diversidad, se deben potenciar nuevos actores y prácticas en las redes, que las conduzcan en la dirección deseada. Nuevos sistemas de producción de hortalizas sanas basados en fortalezas locales, con valor agregado y mercados alternativos contribuirán a una mejor calidad de vida en el Trifinio. CATIE espera poder impulsar estos procesos sociales y tecnológicos en los próximos años.

Bibliografía

- Engel, P. 1997. *La organización social de la innovación*. Amsterdam, Holanda, Royal Tropical Institute.
- Ikujiro, N; Hirotaka, T. 1999. *La organización creadora del conocimiento*. Oxford University Press.
- Souza, J., de. 2003. *El sistema de innovación tecnológica en Nicaragua*. CATIE-FUNICA-UNAN.

OPTIMAL COMBINATION OF TREES, PASTURE AND CATTLE IN SILVOPASTORAL SYSTEMS IN COSTA RICA

Ottoniel Monterroso¹, Mario Piedra¹, Eliécer Vargas¹, Andrea Schlönvoigt²

The paper main objective is to estimate the optimal combination of trees, pasture, and cattle in Silvopastoral Systems located in the tropical dry forest of Costa Rica. Three different kinds of farms, representing the main cattle production systems in this area, were modeled. Two agroforestry arrangements were considered: dispersed trees (DT) and live fences (LF). The model only accounts for timber as the main use of trees, but shade (the other important use of trees in animal production) is discussed in the conclusions.

A discrete-time bioeconomic model, solved by non-linear programming, was used to estimate the optimal path for a 20 years period. For each type of farm, three models were estimated DT, LF and a combination of both for nine models in total. As an

example, for the medium-size farmer, the estimated models are DT only, LF only, and the combination of both. The objective function is to maximize discounted net revenues from livestock revenue and timber harvesting while the equations of motion of livestock, pasture and tree resources are the restrictions.

Three hypothetical farms were constructed in order to estimate the models. Technical data was obtained from a one-year monthly monitoring of 20 farms. Future cattle and timber prices were estimated with econometric models. Forest information came from an empirical census of dispersed trees and live fences, as well as aerial photographs. The model used available literature information (for tropical dry forest) to obtain the shade-grass interactions and the tree growth rates equations.

¹Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE), 7170 Turrialba, Costa Rica.
Phone: (506) 556-6431 x 2364. Fax: (506) 556-1576. E-mail: ottoniel@catie.ac.cr

²GFA Terra Systems GmbH, Hamburg, Germany

LOCAL KNOWLEDGE ABOUT TREE COVER IN CATTLE PRODUCTION SYSTEMS IN TWO PLACES IN COSTA RICA

D. Muñoz¹, C. Harvey¹, F. Sinclair², J. Mora¹, M. Ibrahim¹

Summary

Esta investigación buscó recopilar el conocimiento local sobre cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas y Río Frío (Costa Rica). No se detectaron diferencias entre las dos zonas, ni entre tipos de finqueros (fincas mixtas y ganaderas). La percepción de los finqueros sobre los árboles y sus interacciones con el suelo, agua, pasto y animales es similar en ambas zonas. Los finqueros conocen bien los tipos de árboles apropiados para diferentes propósitos (madera, cerca viva, leña, forraje y sombra). Tal conocimiento les permite clasificar los árboles de acuerdo con las características físicas y biológicas que ellos reconocen.

1. Introduction

In Costa Rica, more than 90% of cattle farms have dispersed trees in pastures to provide shade for animals and other benefits, like timber for sale (Souza *et al.* 2000). This means that cattle farmers have experience and knowledge on tree cover and its relationship with grass and animals. The amount and quality of local knowledge on tree cover can vary between the members of a community and communities or zones. For example, the farmers who have received qualifications or with a higher level of education, have a different vision from those who have never formally studied (Johnson 1992). This accumulated local knowledge, which varies from one region to another, can be useful in planning strategies for the appropriate handling of natural resources with agroforestry and silvopastoral systems (FAO 2000).

The objective of this study was to identify, systematize and compare the local knowledge about use and handling of tree components in cattle farms from two different places in Costa Rica. The purpose is to develop a knowledge base that can serve as a tool in decision making for future agroforestry and silvopastoral projects.

2. Material and Methods

The study was carried out in Cañas and Río Frío (Costa Rica). These two zones present differences both in climate and production systems. Cañas has a tropical dry climate, and Río Frío a humid climate (Table 1).

Table 1. Climate conditions in Cañas and Río Frío

	Cañas	Río Frío
Location	Guanacaste	Heredia
Annual average precipitation (mm)	1544	4120
Annual average temperature (°C)	27	25
Average relative humidity (%)	62 - 82	88
Altitude (masl)	20 - 80	100 - 150
Production system	Primarily meat production	Primarily milk production

2.1 Collection of information

The local knowledge was compiled through key informants who were chosen according to the production system in their farms. In Cañas, these were cattle farmers (beef cattle production) and mixed farmers (agricultural production and cattle raising for beef). In Río Frío farms were classified as dairy (milk production), mixed farms (same as in Cañas) and dual purpose farms (both meat and milk). From each group 3 to 8 key informants were selected (25 key informants in each zone). Selection of key informants considered their agreement to collaborate. Each key informant was interviewed on subjects related to tree cover; interactions between trees, cattle and grass; useful species for live fences, firewood or forage.

2.2 Representation of knowledge

Local knowledge from key informants can be represented using the AKT5 software (Dixon *et al.* 2001), created to serve as a tool in studies of local knowledge. This software structures data

¹Tropical Agricultural Research and Higher Education Center

²University of Wales, Bangor

based on dissemination of information in unitary phrases, using a defined specific syntax in a special grammar program (Sinclair and Walker 1998). The resulting group of unitary phrases forms a knowledge base that can be evaluated through diagrams and hierarchies, and the use of special software tools (Kendon *et al.* 1995). With the results obtained from the key informants, a knowledge base model was created using 680 unitary phrases for Cañas and 619 for Río Frío.

2.3 Validation of the information

In order to validate the data obtained from the key informants in each zone, 50 semistructured surveys were applied to farmers selected at random from two farm type groups (cattle farms and mixed farms). These surveys covered 15 subjects included in the interviews because they were considered important in each zone. The results were tabulated and analyzed by means of standard statistical tests.

2.4 Comparison of local knowledge

Local knowledge was compared between groups of farmers and zones, and validated using the information from the key informants. This comparison was made through an analysis of knowledge about the level of complexity of tree cover and its interactions with soil, water, animals, and grass. The basis of comparison was the number of attributes for a known tree species and the farmers' forms of classification.

3. Results and Discussion

Both in Cañas and Río Frío, farmers have a broad knowledge on tree species, especially those useful for live fences, timber, firewood or fence posts. They recognize physical, biological and phenological attributes. This knowledge is a product of both their personal experience and acquired and inherited knowledge. For example, the Cañas farmers identified ten tree species used in live fences, two of which they have considerable knowledge: jiñote (*Bursera simaruba*) and pochote (*Pachira quinata*). In Río Frío, farmers identified seven tree species used for live fences; also, they have good knowledge on two particular ones: poró (*Erythrina costaricensis*) and madero negro (*Gliricidia sepium*). For the most familiar species, farmers in both zones know about physical characteristics (hardness and porosity of the wood). As a fact, they are capable of identifying high hardness species, like quebracho (*Lysiloma divaricatum*) in Cañas and manu negro (*Minquartia guianensis*) in Río Frío; and porous species like jiñote in Cañas and poró in Río Frío. In both places, farmers know about the durability in years of tree species used for dead fence posts; they also know the time required for cut stakes used in live fences to root. For example, in Cañas the rooting time for stakes of jiñote and pochote is two months; and in Río Frío, poró and madero negro root in 22 and 30 days, respectively.

With regard to the interactions between tree cover and components of the farm, the farmers in the two zones clearly identified the interactions between trees and cattle, and those between animals and grass. Both in Cañas and Río Frío, they understand that the main interactions between trees and cattle are shade, fruits and forage. In both places, they classified the shade type of trees into 'fresh' shades (those that produce a fresh atmosphere under the crown) and 'bad' shades (those that do not allow growth of vegetation and produce injurious effects on animals and people). In Cañas, 16 tree species were recognised as producing 'fresh' shade and 7 'bad' shade; in Río Frío, 28 species give 'fresh' shade and 16 'bad' shade. In addition, farmers identified fruit trees that cattle consume; for example, cénizaro (*Samanea saman*) and guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) in Cañas, and guayaba (*Psidium guajava*) and orange (*Citrus spp.*) in Río Frío. Farmers also know the reasons why cattle prefer certain fruits and forages (flavor of fruits and nutritional content of forage). They also know about the nutritional value of different species.

There were no great differences in knowledge between groups of farmers, demonstrating that knowledge is independent of the farm production system, and that in each zone there is an adequate exchange of knowledge among farmers. Both in Cañas and Río Frío, farmers have similar knowledge, perception and vision about tree cover and its integration with the other components of the farm. This indicates that the tree component is important in cattle farms, and for that reason farmers pay considerable attention to the tree species present in their farms; especially to those most utilized. The only remarkable difference was that in Río Frío some aspects of this knowledge were described using more technical terms than in Cañas; for example, the recognition of leguminous species that fix nitrogen (poró and madero negro) and the salinity and acidity effect that gavilán produces in the soil. Perhaps, this demonstrates that farmers in Río Frío have had more contact with rural extension organizations that have taught them these concepts.

4. Conclusions

In both places, farmers have a broad knowledge about tree species in their farms, recognizing physical, biological and phenological attributes and uses; and this is a product of their experience, acquired, and inherited knowledge. In addition, they identify interactions between tree cover and components of the farm, recognizing positive and negative interactions between these components. Within an applied context, the local knowledge about the tree cover compiled by this study may be useful for the planning of silvopastoral or agroforestry programs in these zones. Because farmers have this accumulated and highly relevant traditional knowledge, they will use it to decide whether they accept certain tree species in their pastures. Technicians may not have paid enough

attention to this knowledge: a good example is the classification of tree shades ('fresh' and 'bad' shades), which has not previously been reported in Costa Rican literature, but for the farmers from Cañas and Río Frío this classification plays an important role in the management and selection of species.

Bibliography

- Dixon, HJ; Doores, JW; Joshi, L; Sinclair, FL. 2001. Agroforestry knowledge toolkit for windows for AKTS. Bangor, Wales, School of Agriculture and Forest Sciences, University of Wales. 171 p.
- Johnson, M. 1992. Reconociendo el valor del conocimiento tradicional. Canadá. 190 p.
- FAO. 2000. La mujer y la seguridad alimentaria sostenible. Roma. 70 p.
- Sinclair, FL; Walker, DH. 1998. Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems: Part I. Representation as natural language. *Agricultural Systems* 56: 341-363.
- Kendon, G; Walker, DH; Robertson, D; Haggith, M; Sinclair, FL; Muetzelfeldt, RI. 1995. Supporting customized reasoning in the agroforestry domain. *The New Review of Applied Expert Systems* 1: 179-193.

ECOTYPIC DIFFERENTIATION AND INCIPIENT SPECIATION AT BOTH QUANTITATIVE TRAITS AND NEUTRAL MARKERS IN *Cedrela odorata*

Carlos Navarro¹

Very few studies have examined the patterns of genetic differentiation in quantitative traits and molecular markers among populations of the same species. We investigated the genetic population structure, genetic architecture, and the degree of population differentiation in marker loci and genes coding quantitative traits among 29 populations of the endangered species *Cedrela odorata* in Central America and Mexico. Detailed analyses of quantitative trait and molecular markers divergence revealed a strong differentiation between the populations of the Atlantic coast of Panama and Costa Rica (high rainfall non-seasonal wet forest), as compared to the rest of Mesoamerica. The study suggests that a new subspecies is present in the Panama isthmus. An apparent explanation for the latter could be the pressure by selection in the very

humid areas, adaptation to environments with a high humidity throughout the year and to the high competition with vegetation of very humid and pluvial forest that has considerably greater height and diameter than dry forests.

Acknowledgements

The financial support of the United States Department of Agriculture FAS Grant No. FG-CR-109 Project No. CS-FS-2 for the seed collection is gratefully acknowledged. Special acknowledgements to the EU project "Assessment of levels and dynamics of intra-specific genetic diversity of tropical trees" (contract # ERBIC18CT970149 <http://www.nbu.ac.uk/inco>) which was coordinated by A. Lowe.

¹Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica

DISTRIBUTION OF GENETIC DIVERSITY IN MAHOGANY IN CENTRAL AMERICA

S. Cavers¹, A.C.M. Gillies¹, C. Navarro², A.J. Lowe¹, A.C. Newton¹,
M. Hernández², J. Wilson¹, J.P. Cornelius²

1. Introduction

The economically important timber tree species, Mahogany (*Swietenia macrophylla*), is threatened throughout its range by selective logging and deforestation. For the survival of these genetic resources, it is important that the remaining populations of *S. macrophylla* are carefully managed and the level and distribution of genetic diversity understood.

2. Methods

Leaf material from 420 *S. macrophylla* trees in 20 populations from across Central America was sampled (Fig. 1). DNA was extracted and analyzed using 102 random amplified polymorphic DNA (RAPD fragments, generated by 10 decamer primers). In addition, factors that could influence the level of genetic diversity in populations were tested for

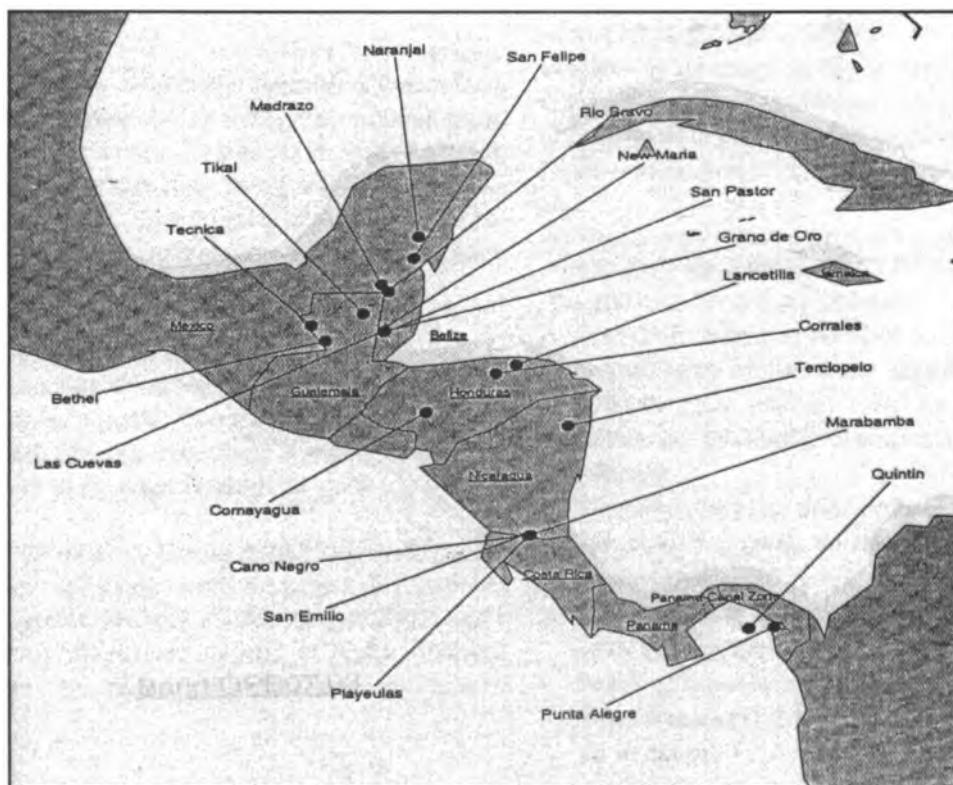
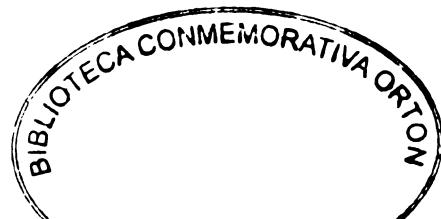


Figure 1. Collection sites of *Swietenia macrophylla* in Central America

¹Centre for Ecology & Hydrology (CEH)

²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)



significance using a multiple regression analysis (i.e. eco-type, logging, proximity to Pleistocene refugia and ecotypic characters).

Most genetic diversity is maintained within populations, which is expected for a highly out crossing of species. Logging significantly decreases genetic diversity. Populations from similar ecotypic zones appear to be more closely related genetically.

4. Recommendations

Logging of the remaining populations needs to be strictly controlled if genetic resources are to be maintained, as current levels appear to be unsustainable.

The remaining populations of *S. macrophylla* need to be protected and seed and gene banks should be established.

The impact of logging upon the genetic diversity of future generations of *S. macrophylla* should be determined by comparing progeny arrays derived from seed pollinated in logged and unlogged populations.

Table 1. Multiple regression analysis for factors that may influence the genetic diversity within each population of *S. macrophylla*. The percentage variance accounted for by this regression is 61.5%

Factor	degrees of freedom	sum of squares	mean sum of squares	variance ratio	F probability
Plutative Pleistocene Refugia	1	0.000316	0.00316	0.23	0.639
Logging	1	0.005340	0.005340	4.89	0.041
Altitude	1	0.000850	0.000850	0.63	0.439
Precipitation	1	0.000072	0.000072	0.05	0.823
Longitude	1	0.001327	0.001327	1.00	0.332
Latitude	1	0.004346	0.004346	3.78	0.069

NEURAL NETWORK AND BAYESIAN CLASSIFIERS: A COMPARISON

Lucio Pedroni¹; Enrico Feoli², Gianluca Micheli²

1. Introduction

Early remotely sensed data analysis in the 70's and 80's, opened the eyes of the world on the problem of tropical deforestation. Today, land-cover mapping using data from satellite borne sensors has become a fundamental tool in countless research, development and policy applications. The need of information has also grown considerably. Simple forest / non-forest mapping is no longer sufficient for most applications. Fortunately, the remote-sensing technology is progressing fast, providing data of increased spatial, spectral, radiometric and temporal resolution, and so have data analysis methods.

Despite recent improvements in technology and methods, classifying a landscape in meaningful land-cover strata from the perspective of the biological, hydrological, mineralogical, socio-economical or climatic sciences is still difficult. Considerable research efforts are being made to improve multi-spectra data analysis algorithms and to develop methods for integrating ancillary spatial data in the classification procedure.

Neural networks classifiers are becoming increasingly popular among the remote sensing community. They also have become a standard tool of most remote-sensing software packages. An advantage of neural network classifiers is that they can use ancillary spatial data in the classification.

The *Università degli Studi di Trieste* (UST) and CATIE classified independently the same satellite image using two different methods: a neural network (UST, Micheli 2003) and a in-house developed Bayesian method (CATIE, Pedroni 2003), the latter having produced the more accurate classification results.

2. Methods

The dataset used for the classifications included:

- A Landsat TM image from March 1996 (path 15, row 53)
- A digital elevation model of the same study region

- A model of access time from each pixel location to the closest road
- A distance model from each pixel to the Atlantic shoreline

Because of its spatial coarseness, the thermal band was eliminated from the multi-spectral dataset, while NDVI and three Tasseled Cap indexes were added. For training and classification accuracy assessment, geo-referenced information was made available from 979 field sites inspected during 1997-1998.

The objective of the Bayesian classification was the identification of 33 land-cover categories. These were grouped in 16 categories for the neural network classification, making a formal comparison of the two methods impossible. Nevertheless, each classification result was compared with that obtained from a traditional maximum likelihood classification.

As neural network classifier, UST used the *Back Propagation* algorithm of the software *Idrisi Kilimanjaro*. CATIE's Bayesian classification procedure involved more steps, since adequate tools are still lacking in standard remote-sensing software:

- Stratification of the study region in homogeneous strata using the three ancillary variables
- Maximum likelihood classification using *Erdas Imagine* software
- Estimation of class prior probabilities through sampling of best classified pixels en each stratum using a Mahalanobis Distance threshold
- Modification of the prior probability of each land cover category in each strata
- Stratified Bayesian maximum likelihood classification using *Erdas Imagine* software and a Visual Basic routine written in-house.

3. Results

The overall accuracy of the Bayesian classification was tested in 252 control sites, in which 24 of the 33 land cover categories

¹CATIE, lpedroni@catie.ac.cr

²Università degli Studi di Trieste, feoli@univ.trieste.it, gianlu@adriacom.it

of the map legend were found. With a value of 89%, the accuracy was 20.3% above that obtained with the traditional maximum likelihood classification. The overall accuracy of the neural network classifier (tested on a 16 land-cover categories map) was assessed on 160 control sites. It was almost 10% above the accuracy of the maximum likelihood classification. The results suggest that modifying the class prior probabilities using the procedures developed at CATIE is very effective for improving the accuracy of the classification.

The use of spatially variant prior probabilities eliminates from the results those land cover classes that are unlikely to exist in a given stratum, such as urban areas around clouds above the ocean. It also reduces considerably the so called "salt and pepper" effect. The Bayesian procedures developed at CATIE makes abundant use of the information contained in the ancillary spatial data set, which can be almost as detailed as the spectral data set. The information is used probabilistically (in contrast to deterministically), thus avoiding artifacts in the classified output dataset. The procedures makes it possible to estimate the class probability at each pixel location, e.g. at each elevation.

4. Discussion and conclusion

The Bayesian classification, as developed at CATIE, and the neural network classification made at the *Università degli Studi di Trieste* were not designed to be compared. Nevertheless, both studies compared their results with those of the traditional maximum likelihood classification. These comparisons suggest that the Bayesian classification, as implemented at CATIE, can produce more accurate results than neural network classifiers.

Neural networks are becoming increasingly popular among the remote-sensing community.

Future experimental research should test the accuracy and cost of these methods in comparable conditions, meaning that the training and control data set should be the same, as well as the definition of land-cover categories, the multi-spectral and ancillary spatial data.

Bayesian classifiers exist since a few decades, but they have been rarely used because the estimation of prior probabilities has been difficult. The procedure developed at CATIE addresses this difficulty, but there is no software tool facilitating its implementation in current remote-sensing software packages. Such a software tool should be designed; otherwise, the procedure will hardly be implemented, despite its potential of producing accurate land-cover information.

References

- Pedroni, L. 2003. Improved classification of Landsat TM data using modified prior probabilities in large and complex landscapes. *International Journal of Remote Sensing* 24(1): 91-113.
- Micheli, G. 2003. Comparazione di metodi di classificazione. *Tesi di laurea, Università degli Studi di Trieste*. 103 p.

Acknowledgements

This research has been partially funded by the European Commission under the INCO program (ECOMAN project, Contract N° ICA4-CT-2001-10096)

FINDING THREATENED FOREST AREAS IN THE CENTRAL VOLCANIC MOUNTAIN RANGE CONSERVATION AREA IN COSTA RICA

Lucio Pedroni¹, Pablo Imbach¹, Johnny Rodríguez²

1. Introduction

Human pressure on tropical forests is spatially variable. Population density, proximity to roads, terrain slope, logging activities and land distribution projects are well known factors inducing forest loss in Latin America. Using expert knowledge to weight these threat factors and a Geographical Information System (GIS) for spatial modeling, areas with a high probability of deforestation in the Central Volcanic Mountain Range Conservation Area (CVMRCA) were identified. The good correlation between probability of deforestation and historical forest loss ($r = 0.91$, $p < 0.001$) indicates that a deforestation risk map can be generated and used as a decision support tool for defining priority areas for conservation action.

2. Methods

Weighted linear combination of criteria, according to weights derived from experts preferences, as developed by Saaty (1977) in a GIS, were used to identify deforestation risk categories. The analysis procedure involves five steps:

1. *Identifying forest threats:* National experts identified all relevant threat factors to the permanence of the forest in order to incorporate local knowledge in the analysis (Ortiz *et al.* 1992). The threat factors identified were population density, roads and trails proximity, terrain slope, logging activities, and land parcels distributed by the Agrarian Development Institute (IDA).
2. *Weighting each threat factor:* The relevance of each threat factor is represented by an absolute weight assigned by the national expert team. The weighting exercise was carried out using pair-wise comparisons as developed by Saaty (1980) in the context of the analytic hierarchy process.
3. *Creating the threat surfaces:* Once the threat factors have been identified and weighted, their spatial variation has to be modeled in a GIS.

4. *Normalizing the threat surfaces:* Normalization, also called standardization (e.g. Malczewski 1999), eliminates effects of scale and measurement units. We used the normalization techniques proposed by Léclerc and Rodríguez (1996) and Malczewski (1999) and compared their effects on the results of the final map.
5. *Creating the final map:* The final map is the simple weighted sum of the normalized threat surfaces.

3. Results

Population density: Since population density data are only at the district level, to model population density we used the location of school and a Gaussian distribution of the student roll number around the school centers.

Roads and trails: Socio-economic pressure resulting from the vicinity of roads and trails was modeled using a threat function that decreases exponentially with the distance to the roads.

Terrain slope: The threat on forests represented by flatter areas was modeled by a slope map derived from a digital elevation model.

The pressure resulting from *logging activities* on neighboring forests was modeled by considering a buffer zone of 1 km around all forest management units not certified under the Forestry Stewardship Council (FSC) scheme. The pressure resulting from *IDA land distribution projects* was likewise modeled.

The normalization technique developed at our center, based on average pixel value standardization (Léclerc and Rodríguez 1996) produced the more reliable Critical Areas map, with a better correlation ($r = 0.91$, $p < 0.001$) with historical deforestation data than the linear scaling standardization procedure of Malczewski 1999 ($r = 0.62$, $p = 0.06$).

¹CATIE, lpedroni@catie.ac.cr, pimbach@catie.ac.cr

²FUNDECOR, jrodriguez@fundecor.or.cr

4. Discussion and conclusion

The good correlation between historical forest loss and the categories of threat intensity suggests that a relatively simple multi-criteria analysis of driving forces can result in reliable predictions of deforestation probability. Three points are relevant for achieving reliable results: incorporation of local knowledge, quality of the spatial dataset, and normalization technique.

While spatial modeling of the criteria is a specific task for which GIS has been invented, the selection and weighting of the criteria should not be left to the GIS technician, but result from a consultation process involving local experts and stakeholders.

The quality of the dataset used for spatial modeling of the threat criteria is a second key variable for obtaining reliable outputs from the GIS. The principle to remind here is: "garbage-in, garbage-out".

Weighted linear combination of criteria requires normalization. Average pixel value normalization appears to be more adequate if different types of variables (categorical and continuous) are included in the analysis.

References

- Léclerc, G; Rodríguez, J. 1996. Using a GIS to determine critical areas in the Cordillera Central Conservation Area, Costa Rica. In: Conservation Policy Making Using Digital Mapping Technologies: Case studies in Costa Rica. Savitsky, B. G. And Lacher, T. E. Jr. (editors). Columbia University Press, Biology and Resource Management in Tropics Series.
- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York, John Wiley & Sons. 392 p.
- Ortiz, E; Lewandowski, A; Castañeda, F; Tattenbach, F; Herrera, C; Umafía, RI; Vargas, G; Engert, JM; Rodríguez, J; Léclerc, G. 1992. Estrategia Global, Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. San José, Costa Rica, FUNDECOR. 41 p.
- Saaty, T. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Math. Psy.* 15: 234-281.
- Saaty, T. 1980. The analytic hierarchy process. New York, McGraw-Hill.

Acknowledgements

This research has been funded by the European Commission under the INCO program (ECOMAN project, Contract N° ICA4-CT-2001-10096).

NON-PERMANENCE, CARBON ACCOUNTING AND PROJECT SCALE IN FORESTRY AND AGRO-FORESTRY CDM ACTIVITIES

Lucio Pedroni¹, Bruno Locatelli²

1. Introduction

Carbon storage in forests is not permanent and considered as such under the Clean Development Mechanism (CDM). In contrast, emissions of greenhouse gases (GHGs) are considered to persist permanently in the atmosphere.

At the international negotiations on the Kyoto Protocol, the difference between temporary carbon storage in forests and permanent GHG emissions has been particularly difficult to address because carbon credits from afforestation and reforestation project activities under the CDM (AR-CDM) will be used to increase GHG emission allowances in Annex 1 countries (those countries that have acquired a quantified emission limitation or reduction commitment under the Kyoto Protocol).

To address the "non permanence" problem, several carbon accounting methods have been proposed. The purpose of these methods is to establish an environmentally integer accounting system of emission allowances and carbon credits under the Kyoto Protocol.

We analyzed the impact of those accounting methods that we considered climatically sound on the minimum scale at which AR-CDM project activities would be financially feasible. The results of this research were presented at several international meetings to help official delegations at the United Nations Framework Convention on Climate Change to take informed decisions.

2. Methods

The issuance of Certified Emission Reductions (CERs = carbon credits) is subject to modalities and rules that have been negotiated and defined internationally. Complying with these modalities and rules generates costs that are above business-as-usual in the reforestation entrepreneurship. AR-CDM project

activities are viable if these additional "transaction costs" are equal or above the present value of the CERs.

We developed a model to calculate the project area at which the present value of transaction costs and CERs are equal (Locatelli and Pedroni 2003). The model is based on assumptions about forest grow, planting, and thinning/harvesting regime. It also considers different values for the following parameters:

- 5 accounting methods (as discussed internationally)
- 4 projects types (2 agro-forestry and 2 reforestation)
- 3 present CER prices (from 3 to 9 US\$/tCO₂)
- 5 variation rates of CER price (from -5% to 5% annual)
- 4 insurance rates (from 0,5% to 3,5% of the insured amount each year)
- 3 crediting period lengths (10 to 50 years)
- 4 economic discount rates (from 3% to 12%)
- 3 levels of transaction costs, e.g.
- Design and validation: from 40 to 200 K\$
- Verification: from 15 to 75 K\$

We run the model 43,200 times, the number of possible parameter combination. For each run, a minimum project area was calculated.

Data from the CASCA project (by Kristell Hergoualc'h) were used to simulate a multi-stakeholder shadowed coffee agro-forestry system, and data from teak plantations in Costa Rica as example of a reforestation project. In both cases, two scenarios were considered: a "fast" scenario (all trees introduced in 5 years) and a "slow" scenario (all trees introduced in 25 years).

3. Results

Figure 1 illustrates the CO₂ storage curves used in the simulation of the "slow" reforestation project. *R* is the length of the

¹CATIE, lpedroni@catie.ac.cr

²CIRAD-CATIE, bruno.locatelli@cirad.fr

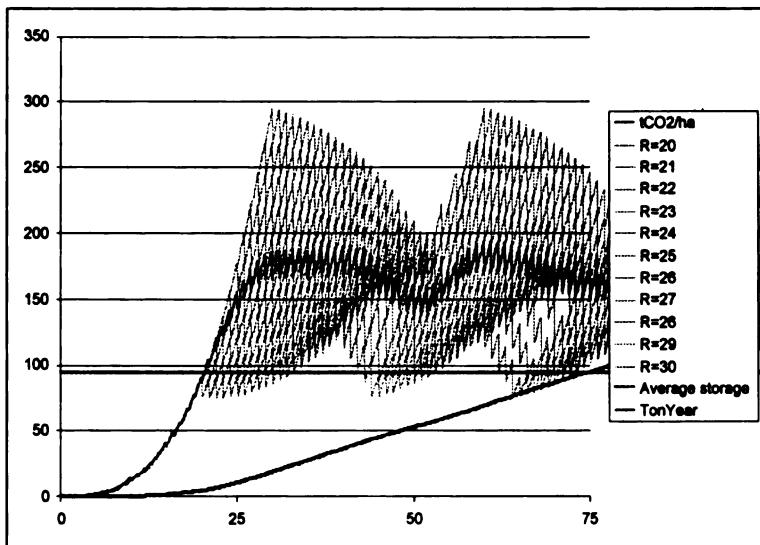


Figure 1. Amount of CO₂ equivalent per hectare in the "slow" reforestation project. R is the length of the harvesting cycle in the different parcels of the project, tCO₂/ha the CO₂ average storage per hectare in the project. Ton-Year is the amount of permanent emissions offset by the project under the assumption that storing 1 ton of CO₂ during a period of 100 years offsets the cumulative radiative forcing effect exerted by a similar amount of CO₂ during its residence time in the atmosphere (IPCC, 2000).

harvesting cycle in the different parcels of the project; tCO₂/ha is the running CO₂ average storage per hectare in the project, and Ton-Year, the amount of permanent emissions offset by the project under the assumption that storing 1 ton of CO₂ during a period of 100 years offsets the cumulative radiative forcing effect exerted by a similar amount of CO₂ during its residence time in the atmosphere (IPCC 2000).

The percentage of model runs representing projects that are viable under 500 ha is low, particularly in the case of the coffee agro-forestry system:

"Fast" reforestation:	23,6%
"Slow" reforestation:	7,6%
"Fast" shadowed coffee:	only 0,5%
"Slow" shadowed coffee:	only 0,02%

The median value of minimum project area indicates that few agro-forestry projects will be feasible, unless significant organizational efforts will be made to pool together numerous small projects in a large "umbrella project" (Fig. 2).

The minimum project scale is also a function of the carbon accounting method used (Fig. 3). The temporary crediting method (tCERs) results in the highest probability of viable small projects (Fig. 4). tCERs are expiring credits. The buyers

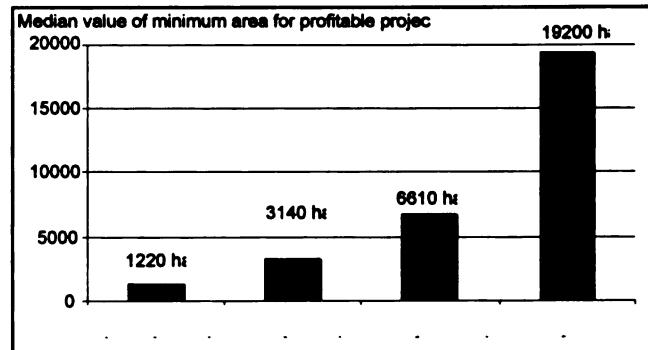


Figure 2. Median value of minimum project area for the 4 activities.

will have to replace them with new tCERs or with other Kyoto Protocol currencies. Because tCERs expire, they will have a lower price than other currencies of the Kyoto Protocol accounting system. If the buyers expect higher future prices of permanent currencies, the demand and price of tCERs will decrease. Under the likely scenario of increasing prices of per-

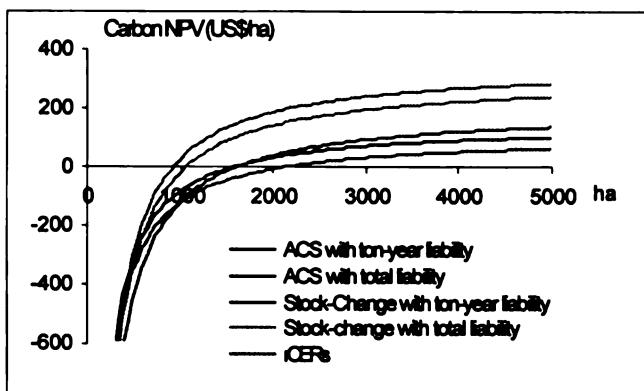


Figure 3. Effect of the carbon accounting method on project scale and net present value (NPV) in the case of the "fast" reforestation project.

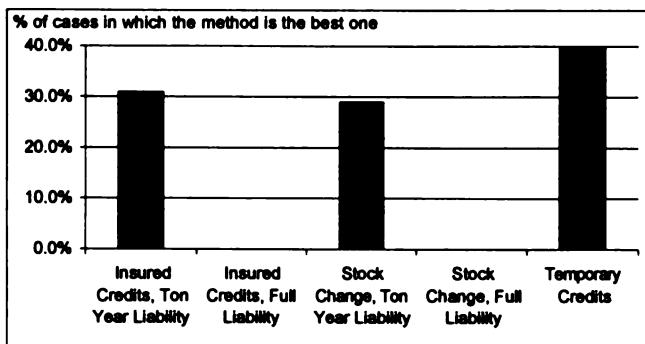


Figure 4. The "best" methods (methods which allow the smallest project to benefit from the CDM)

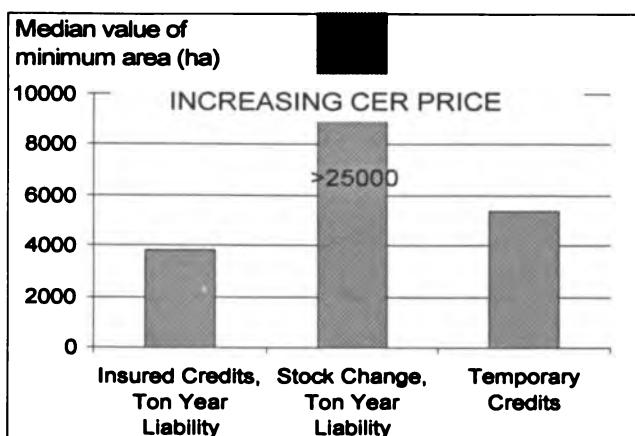


Figure 5. Median value of minimum project area with 3 methods, under the assumption of increasing CER prices

manent currencies, the tCERs accounting method is not always the one that allows the smallest projects to be viable (Fig. 5).

The issuance of long-term credits insured against the risk of non-permanence (iCERs) is a viable and environmentally integer accounting option. Model results predict that it could also be the most favorable to small scale projects if the project design is a low risk one, and if the insurance fee is calculated as a function of the quantified project risk.

4. Conclusion

- It appears that *only large projects* (kha) will benefit from the CDM.
- Low risks projects would benefit from the iCER accounting approach, particularly if the CER price is going to increase (which is likely to occur if the Kyoto Protocol enters into force).
- tCERs are good for addressing non-permanence, but there could be a very low demand (and price) for them.
- tCERs and iCER (with ton-year liability) could co-exist (they are not mutually exclusive). The minimum viable project scale depends on how the non-permanence and accounting issues will be addressed.
- The ninth Conference of the Parties (UNFCCC 2003) decided to address these issues through the *temporary crediting approach* (tCERs and ICERs):
 - tCERs will expire after 5 years
 - ICERs will expire at the end of the project crediting period (20 or 30 years)

References

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Locatelli, B; Pedroni, L. Accounting methods for carbon credits: impacts on the minimum size of CDM forestry projects. Climate Policy (accepted in July 2003).
- UNFCCC. 2003. Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol. Decision of CoP9, http://unfccc.int/cop9/latest/sbsta_127.pdf

Acknowledgements

The authors wish to thank Ms. Kristell Hergoualc'h of the CASCA project for the data on coffee agro-forestry systems and the International Division of the Swiss Agency for Forests and Landscapes for sponsoring the presentation of the results of this research at the XVIII meeting of the Subsidiary Body for Science and Technological Advice.

CATIE: STRATEGIC INSTITUTION FOR CACAO RESEARCH IN LATIN AMERICA

W. Phillips, E. Johnson, U. Krauss, E. Somarriba

The Tropical Agricultural Research and Higher Educational Center (CATIE) located in Costa Rica in the humid tropics of Latin America is a regional center dedicated to research and graduate education in agriculture and the management, conservation and sustainable use of natural resources. Cacao cultivation, a long-standing tradition for the peoples in Latin America, has been (since the 1940's) one of CATIE's major research and development projects. Over the last 10 years, cacao research and development activities have increased substantially at CATIE with financial support from CABI, GEF, the USDA, the WFC (formerly ACRI), the Organization of American States and the World Bank.

Cacao research activities at CATIE can be broadly classified into the two main areas of basic research and development projects with indigenous communities and small cacao farmers in Mesoamerica and in Bolivia. CATIE's basic research deals with germplasm characterization, conservation, exchange and development of new cacao cultivars, both aided by the use of molecular marker technologies. The major impediments to

cacao production in Latin America and the Caribbean are frosty pod rot, black pod and witch broom diseases, caused by the fungal pathogens, *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora* and *Crinipellis perniciosa*, respectively. Research also focuses on assessment of the genetic diversity of these fungi and development of an integrated pest management approach, involving the use of natural host resistance, chemical and biological agents. Cacao development projects with farmers aims at modernizing cacao production in Latin America by incorporating new scientific advances in breeding, agroforestry, marketing (e.g. certified organic and other niche markets), environmental (biodiversity conservation, carbon sequestration, etc.) and social issues.

CATIE is in a strategic position to develop, coordinate and conduct cacao research and lead development projects in Latin America. This is further supported by CATIE's well-established relationship with its funding agencies and its enduring desire to forge new collaborative research programs with interested organizations.

AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Botrytis cinerea* EN CHILE Y TOMATE CULTIVADOS BAJO TECHO

William Salas Brenes¹, Vera Sánchez Garita²

1. Introducción

El chile dulce (*Capsicum annum*) y el tomate (*Lycopersicum esculentum*) son considerados los productos hortícolas de mayor importancia en Costa Rica, tanto por la actividad económica asociada a su producción, como por su riqueza en vitaminas, minerales y carbohidratos. En campo abierto, las condiciones meteorológicas dificultan su cultivo, en tanto que en invernadero se logra aumentar la productividad y sanidad (Salazar y Castro 1994).

Una de las enfermedades más severas en invernadero es el moho gris (*Botrytis cinerea*), que ataca flores, frutos y tallos (Eden *et al.* 1996). La enfermedad presenta ciclos secundarios; el hongo sobrevive en el suelo (esclerocios) y en plantas muertas donde crece como micelio, además puede ser diseminado mediante semilla contaminada con esclerocios. Las esporas penetran a través de heridas, pétalos de flores senescentes y follaje moribundo. En el campo, la incidencia de la enfermedad aumenta cuando hay períodos prolongados de humedad y temperaturas bajas (15-20°C) (Latorre *et al.* 1997).

Los productos químicos que se usan para el control de esta enfermedad han provocado la selección de poblaciones resistentes (Melgarejo *et al.* 2002, Elad *et al.* 1992), además del riesgo de contaminación en condiciones intensivas y ambientes cerrados. Por ello, entre las opciones de manejo se ha considerado el control biológico. Entre los controladores de *B. cinerea* se mencionan hongos y bacterias; especialmente, especies de *Trichoderma* (Eden *et al.* 1996, 1993; Latorre *et al.* 1997).

2. Metodología

Se realizó el aislamiento y multiplicación de *B. cinerea*, así como el aislamiento y evaluación de antagonistas en invernadero experimental (Fitopatología, CATIE) y comercial (propiedad del señor Gerardo Arias, San Antonio de Santa Cruz, Turrialba).

Se recolectaron tallos de chile y tomate infectados con *B. cinerea*; en cámara húmeda se estimuló su crecimiento y se

cultivó en PDA a 22°C con luz fluorescente alterna cada 12 horas. Los antagonistas se aislaron de muestras de plantas sanas creciendo en presencia de la enfermedad. Se realizó una preselección de antagonistas en placas precolonizadas o puros del patógeno. Las 16 cepas que mostraron efecto hiperparásitico se evaluaron en cuatro ensayos en cámaras húmedas con hojas desprendidas de tomate. En cada foliolito se inoculó primero *B. cinerea* (1 x 10⁶ conidias/ml); después de 24 horas se inoculó el antagonista (1 x 10⁶ conidias/ml). Doce días después se evaluó el porcentaje de foliolitos que desarrollaron la enfermedad.

Los mejores cuatro aislamientos se evaluaron a las 12 semanas en el invernadero experimental y comercial en plantas de chile de la variedad Trópico Irazú. A cada planta se le dobló una rama para favorecer el inicio de la infección y se asperjó toda la planta con el antagonista (1 x 10⁶ conidias/ml). A las 48 horas se inoculó el patógeno. Se evaluaron cuatro plantas por tratamiento y se contaron las flores enfermas por semana. Se tomaron datos de temperatura y humedad relativa en el invernadero experimental.

3. Resultados y discusión

Se aislaron tres cepas de *B. cinerea* en Cervantes, La Urieta y San Antonio, las cuales se mezclaron y con esta mezcla se evaluaron los potenciales antagonistas. Para ello, se seleccionaron 60 hongos, principalmente *Trichoderma sp.*, que se evaluaron en placas precolonizadas; así se obtuvieron 16 aislamientos que mostraron comportamiento hiperparásitico. Los primeros síntomas se observaron cuatro días después de la inoculación con el patógeno. Los mejores antagonistas obtenidos en hojas desprendidas, fueron: 0411, 1411, APP160, 1107, 1102 y 0407. De estos se escogieron los cuatro mejores (todos del género *Trichoderma sp.*) para ser evaluados en invernadero experimental y comercial (Paulitz y Bélanger 2001, Sánchez *et al.* 1998).

En el invernadero experimental, el patógeno se desarrolló y

¹Estudiante egresado CATIE

²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Correo electrónico: sanchezv@catie.ac.cr

esporueló muy bien en las ramas dobladas (Kohl *et al.* 1998, Utkhede y Mathur 2002). La menor cantidad de flores enfermas correspondió al tratamiento donde se aplicó únicamente agua (testigo absoluto), lo cual refleja cantidades muy bajas de inóculo natural. Las cepas 0411 y 1411 fueron los mejores antagonistas. Se observó una correlación positiva entre humedad relativa y el desarrollo de la enfermedad (De Vis 1999).

En el bioensayo en invernadero comercial (San Antonio) la infección fue baja, lo que sugiere que las condiciones meteorológicas no favorecieron al patógeno. Las mejor cepa 1411. La poca persistencia del efecto antagonista en ambos invernaderos sugiere que estos controladores deben ser aplicados repetidas veces y que la concentración debe ser mayor para aumentar el efecto y el periodo de control (Sutton *et al.* 2002).

4. Conclusiones

Los antagonistas del género *Trichoderma* 0411 y 1411 mostraron el mejor efecto y por eso se les consideró con potencial en el control biológico de *B. cinerea*. El aislamiento 1411 fue el más consistente en los ensayos. Dado que la infección de *B. cinerea* es favorecida por lesiones en la planta y humedad relativa alta, el uso de prácticas agrícolas es muy importante para el manejo de la enfermedad. Se deben evitar heridas durante las labores de cultivo, así como favorecer la ventilación.

Bibliografía

- De Vis, R. 1999. Factores en el control de clima en invernaderos. In Clima, Fisiología y Producción de Cultivos Bajo Invernadero. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales CIAA, Universidad de Bogotá p. 9-17.
- Eden, MA; Hill, RA; Steward, A. 1996. Biological control of *Botrytis* stem infection of greenhouse tomatoes. Plant Pathology 45: 276- 284.
- Kohl, J; Gerlagh, M; De Haas, B; Krijger, M. 1998. Biological control of *Botrytis cinerea* in *cyclamen* with *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* under commercial growing conditions. Phytopathology 88 (6): 568- 575.
- Latorre, BA; Agostín, E; San Martín, R; Vázquez, GS. 1997. Effectiveness of conidia of *Trichoderma harzianum* produced by liquid fermentation against *Botrytis* bunch rot of table grape in Chile. Crop Protection 16 (3): 209- 214.
- Paulitz, TC; Bélanger, RR. 2001. Biological control in greenhouse systems. Annual of Review of Phytopathology 39: 103- 133.
- Salazar, H; Castro, R. 1994. Evaluación y manejo de enfermedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero. Agronomía (Col) 6 (3): 29- 34.
- Sánchez Garita, V; Bustamante, E; Shattock, R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 48: 25- 32.
- Sutton, JC; Liu, W; Huang, R; Owen-Going, N. 2002. Ability of *Clonostachys rosea* to establish and suppress sporulation potential of *Botrytis cinerea* in defoliated stems of hydroponic greenhouse tomatoes. Biocontrol Science and Technology 12: 413- 425.
- Utkhede, RS; Manthur, S. 2002. Biological control of stem canker of greenhouse tomatoes caused by *Botrytis cinerea*. Canadian Journal of Microbiology 48: 550- 554.

CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENFERMEDADES DE TOMATE EN UNA FINCA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA

William Salas Brenes¹, Vera Sánchez Garita²

1. Introducción

El tomate es uno de los cultivos que más riesgo de contaminación presenta debido al uso excesivo de plaguicidas sobre todo para el control de enfermedades, el cual es más difícil cuando las condiciones meteorológicas son favorables a los patógenos. Por este motivo algunos productores han adoptado la siembra de tomate bajo franjas de plástico; entre ellos, los productores orgánicos.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) es una de las enfermedades más severas de este cultivo. Para su manejo, los productores orgánicos recurren a controladores biológicos, extractos naturales, fertilización orgánica y prácticas agrícolas que en forma directa o indirecta les permitan combatir la enfermedad. Las prácticas agrícolas son efectivas para reducir el daño causado por el patógeno (Ayala *et al.* 1991) Entre ellas, eliminar hojas bajas y brotes para lograr buena ventilación, eliminar el tejido enfermo para reducir el inóculo (Pérez 1998), disminuir la humedad sobre el suelo y aplicar aire para secar las hojas para reducir la humedad relativa.

Como controladores biológicos se recomienda el uso de extractos de plantas, como *Equisetum giganteum* (Bonilla *et al.* 1997) y antagonistas de *P. infestans*; entre ellos, *Penicillium aurantogriseum* y *Fusarium equiseti* (Jindal *et al.* 1988), *Fusarium sp*, *Penicillium sp* y *Trichoderma sp* (Sánchez *et al.* 1998) y bacterias (Jongebloed *et al.* 1993).

2. Metodología

Se documentó el manejo de enfermedades en tres siembras del híbrido Montaña Fresca, según las etapas fenológicas del cultivo de tomate y su relación con algunas condiciones meteorológicas, en la finca de Guillermo Campos, San Juan, Turrialba. Se visitó al productor una vez por semana (diciembre

del 2002 a agosto del 2003). El productor usó franjas de plástico para proteger el cultivo. Se evaluaron prácticas como la eliminación de hojas bajas y tejido enfermo, deshija y amarre, entre otras. Se evaluó la incidencia y severidad del tizón tardío, ya que fue la enfermedad de mayor incidencia y severidad, con niveles de infección hasta de 100%.

3. Resultados y discusión

Tratamientos con mezclas.- El productor solamente utilizó productos provenientes de minería, en mezcla con diferentes extractos de plantas, una aplicación por semana, alternando cada una de las siguientes mezclas: 1) mezcla de 250 g de ceniza con 80 g de carbonato de calcio en 18 litros de agua, preparada el día anterior; 2) caldo bordelés, 240 ml por 18 litros, el cual se logró mezclando partes iguales de sulfato de cobre y cal viva; 3) caldo sulfocálcico, 30 g de azufre con 30 g de cal viva, hervido durante 1 hora hasta que el caldo tomó una coloración marrón teja; 4) mezcla de azufre y Biocito o Quiol en partes iguales por 18 litros de agua.

Prácticas agrícolas.- El productor realizó prácticas agrícolas para reducir el desarrollo de enfermedades, aunque en la mayoría de los casos las labores llegaron tarde, tanto con respecto al desarrollo del cultivo como de las enfermedades.

Se eliminaron tallos hasta mantener cuatro ejes principales. Se eliminaron las hojas en contacto con el suelo, hasta una altura de 20 cm. Se eliminó tejido enfermo y frutos dañados, se dejaron al menos tres hojas completas por racimo de frutos. Se utilizó una bomba de motor para secar el follaje por la mañana y la tarde.

Las plantas se sembraron sobre lomillos de altura variable para evitar la acumulación de agua en la base de las plantas, los más altos de 35 cm. Se amarraron las plantas para evitar que las

¹Estudiante egresado CATIE

²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Correo electrónico: sanchezv@catie.ac.cr

ramas tocaran el suelo o se rompieran por el viento o el peso de los frutos.

Se realizó riego por gravedad y goteo, la manguera se enterró 10 cm para reducir la humedad superficial, aunque hubo áreas donde agua de riego se acumuló y la severidad fue mayor.

El productor aplicó abono orgánico dos semanas antes del trasplante. Luego aplicó abono orgánico en la siembra (0.5 kg de bocashi enriquecido con roca fosfórica, 1 kg de roca por 46 kg de bocashi por planta). A los 15 días fertilizó con bocashi, enterrado o espolvoreado y tapado, y a los 22 días aplicó K-Mg (40 g/planta) y 250 g de harina de sangre. Cada semana aplicó el biofertilizante Super Magro, melaza y leche y cada 15 días asperjó con boro y zinc orgánicos (90 g/bomba de 18 litros).

La siembra se hizo en lugares diferentes de la finca. En los lugares donde se había sembrado tomate, se hizo rotación con frijol y pepino.

4. Conclusiones

- La utilización de bandas de plástico permite un mejor manejo de *P. infestans* y facilita la producción orgánica de tomate en regiones con alta precipitación.
- La aplicación de aire con la bomba de motor ayudó a disminuir el daño de *P. infestans*; sin embargo, después de tres siembras y gracias al inóculo presente, las lesiones se produjeron en los tallos jóvenes lo que fue muy destructivo. Además durante períodos largos de precipitación y nubosidad, la severidad aumentó rápidamente; la eliminación del tejido afectado fue muy efectiva para eliminar el inóculo.
- Aunque la severidad alcanzó niveles muy altos, se cosechó hasta 4 kg por planta. La planta fue menos tolerante durante las primeras ocho semanas.
- No quedó claro el efecto de las diferentes mezclas de extractos

y productos que se utilizan para el manejo de las enfermedades.

- La variedad que sembró el productor fue desarrollada para producción comercial y es muy susceptible al tizón tardío.

Se recomendó al productor preparar su propio almácigo para evitar la introducción a la finca de otros patógenos; seleccionar dentro de la plantación las plantas que muestren resistencia a las principales enfermedades; no aplicar durante la floración mezclas que contengan cobre porque provocan la caída de flores; evitar que el riego produzca derrames de agua que aumentan la humedad relativa; mejorar las prácticas agrícolas que favorezcan la sanidad de la planta.

Bibliografía

- Ayala, JE; Godínez, R; De Doñan, M. 1991. Efecto del asocio tomate - maíz para el control de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* en el valle de Zapotilán. In Reunión anual PCCMCA (1991, Panamá). p.112- 118.
- Bonilla Alarcón, CR; Álvarez, G; Hernández Ola, F. 1997. Efecto de cuatro extractos vegetales en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la aldea Poza Verde, Jalapa. In Manejo ecológico de enfermedades agrícolas. Proceso de capacitación para profesionales, Guatemala, ALTERTEC. p 122- 138.
- Jongebloed, PH; Kessel, GJ; Van der Plans, CH; Molhoek, WM; Fokkema, NJ. 1993. Biological control of *Phytophthora infestans* with selected bacterial antagonists. In Proceedings ICPP 6 Montreal (Abstract).
- Jindal, KK; Sing, H; Madhu, M; Meeta, M. 1988. Biological control of *Phytophthora infestans* on potato. Indian Journal of Plant Pathology 6(1): 59- 62.
- Pérez Grajales, M. 1998. Producción de hortalizas en invernadero con énfasis en el cultivo de jitomate. In Temas selectos en Fitosanidad y Producción de Hortalizas. N Bautista; A Suárez; O Morales (Eds). Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo. p. 151-168.
- Sánchez Garita, V; Bustamante, E; Shattock, R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 48: 25- 32.

MODERNIZACIÓN DE LA CACAOCULTURA ORGÁNICA DEL ALTO BENI, BOLIVIA

Eduardo Somarriba¹, Luisa Trujillo², Claudia Sepúlveda²,
Jesús Quispe²

Abstract

The USAID's program for Alternative Development in Bolivia aims at reducing the cultivation of coca for cocaine by supporting the cultivation and marketing of licit crop, such as cocoa. The Project will help to prevent the illegal cultivation of coca in the Alto Beni by: 1) increasing and diversifying the production and the yield of cocoa plantations, and 2) increasing the volume of certified organic cocoa from Alto Beni reaching specialty markets.

1. Introducción

El Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni, Bolivia pretende prevenir el cultivo ilegal de coca en el Alto Beni. Para ello, se busca 1) aumentar y diversificar la producción y el rendimiento de los cacaotales y 2) incrementar el volumen de cacao orgánico certificado y comercializado. El Alto Beni es parte de la región amazónica del Departamento de La Paz (Fig. 1) (400-800 m de altitud; 1400 mm año⁻¹) y cuenta con unas 4000 ha de cacao, las cuales sufren de severos problemas de enfermedades (mazorca negra y escoba de bruja) y mal manejo. Los rendimientos actuales de cacao seco son de apenas 300 kg ha⁻¹año⁻¹. El Proyecto tiene una duración de tres años (mayo 2002 - mayo 2005) y es ejecutado por tres organizaciones: CATIE (coordinación general y asistencia técnica), PATAGC (una ONG local) y la Central de Cooperativas El Ceibo que aglutina a unos 700 productores indígenas. Las tres organizaciones conforman un equipo técnico local integrado por 14 agrónomos y 38 promotores locales (Fig. 2). El Proyecto es financiado por la CICAD-OEA a través del Vice-Ministerio de Desarrollo Alternativo de Bolivia.

El Proyecto tiene tres componentes: producción, organización y comercialización. Con el primero se pretende modernizar la cacaocultura de 1300 productores mediante la rehabilitación de plantaciones híbridas viejas, el establecimiento de 650 ha de nuevas plantaciones injertadas, usando materiales genéticos superiores y la manipulación de los doseles de sombra para diversificar la producción y mejorar el rendimiento del cacao. El

Proyecto ha producido ya unos 750 mil injertos de cacao y maneja 8 ha de jardines clonales para la producción de yemas y semillas de patrones; las plantas injertadas se producen en tres viveros centrales y 69 viveros comunales con trabajo compartido con los productores. Se dedica gran esfuerzo a la capacitación y asistencia técnica a productores.

El componente de organización pretende crear 15 nuevas asociaciones campesinas (625 productores) que puedan certificar su cacao y obtener precios más altos y estables que el cacao convencional que producen actualmente. El componente de comercialización busca duplicar el volumen de cacao orgánico certificado, vendido a mejores mercados nacionales e internacionales. Con los recursos del Proyecto, se pretende evaluar las posibilidades de incrementar la colocación de chocolates de El Ceibo en el mercado nacional, así como identificar productos y nichos en mercados internacionales que amplíen y mejoren las oportunidades de venta del grano y otros productos elaborados y semi-elaborados con el cacao del Alto Beni.

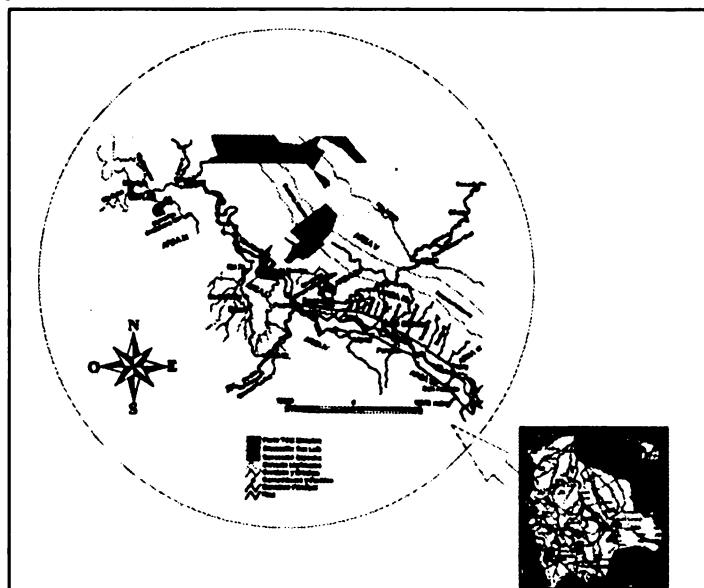


Figura 1. Mapa de la región del Alto Beni

¹CATIE - Proyecto Cacao Orgánico CATIE - CICAD/OEA - VIMDESALT

²Proyecto Cacao Orgánico CATIE - CICAD/OEA - VIMDESALT

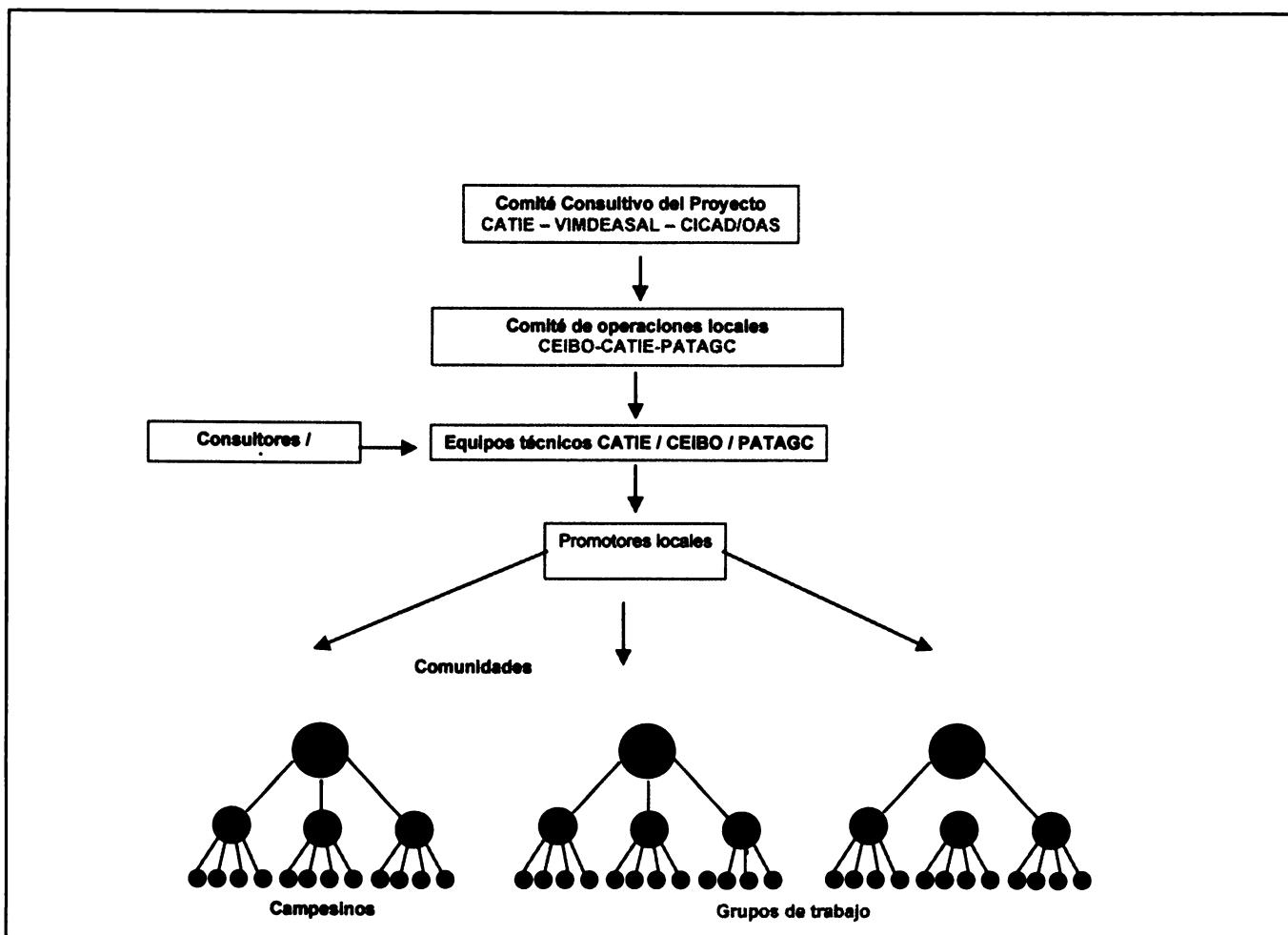


Figura 2. Equipo técnico local

2. Resultados

Un resumen de los resultados de la gestión 2002-2003 del Proyecto se presenta en la Fig. 3.

3. Conclusiones

El proyecto cacao ha logrado una buena aceptación de su oferta tecnológica y de su esquema de co-ejecución con actores lo-

cales de gran prestigio en la zona. Las innovaciones constantes en las tecnologías de poda e injertación (por ejemplo, micro-injertación y renovación de plantaciones mediante injerto lateral en troncos viejos con estacas jóvenes o sazonadas) y su enfoque con mucha demostración de campo y aprendizaje práctico, han sido claves en el éxito del Proyecto.

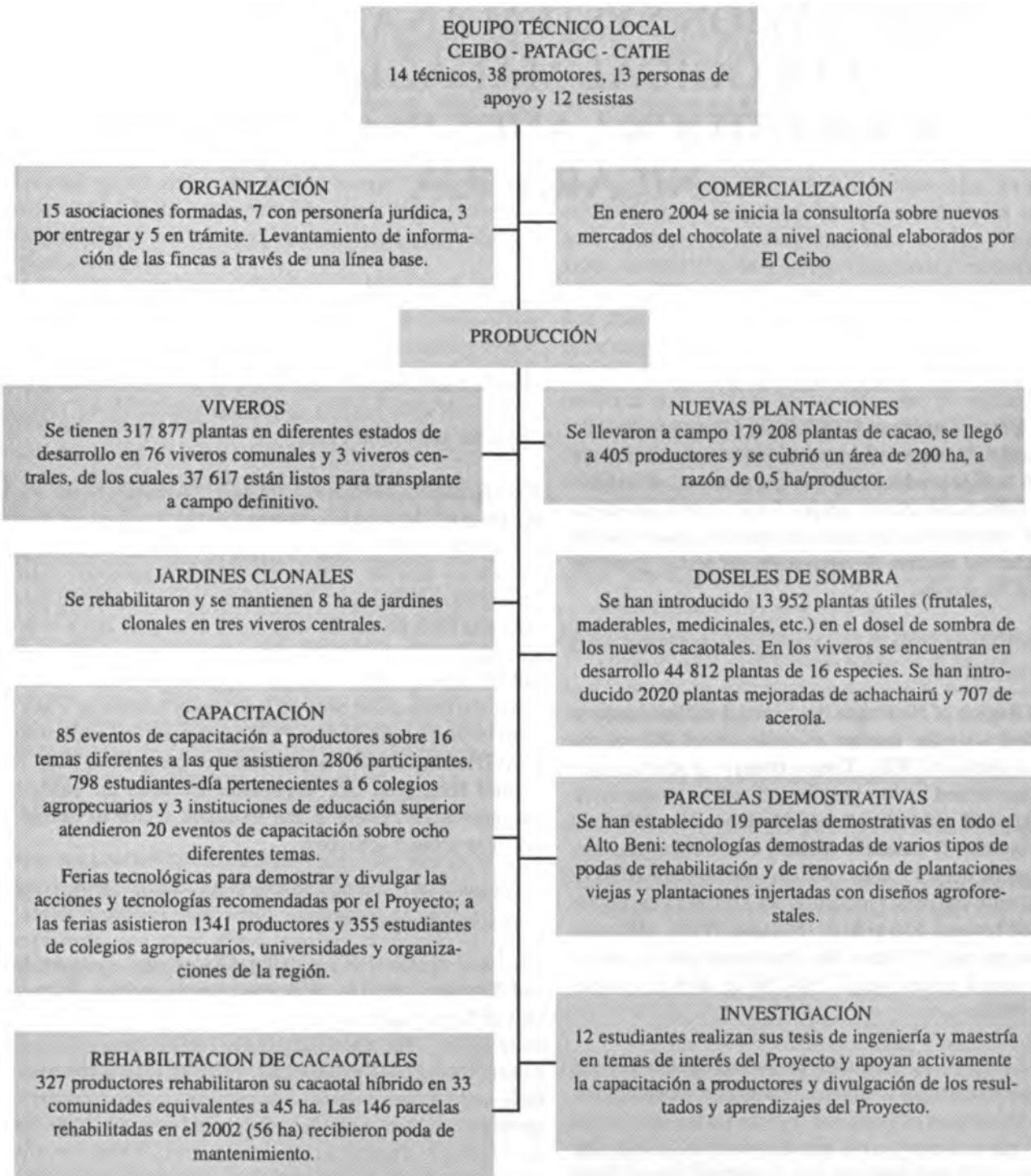


Figura 3 Resume los resultados obtenidos en la Gestión 2002-2003 del Proyecto de Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni

INNOVATION SYSTEM ANALYSIS FOR ECOLOGICAL MANAGEMENT OF LIVESTOCK LANDS IN CENTRAL NICARAGUA

Charles Staver¹, Amilcar Aguilar², Maricel Piniero²,
Andrés Nieuwenhuyse²

Resumen

El proyecto Tierras Ganaderas CATIE/NORAD está analizando el proceso social de innovación para afinar métodos de trabajo que mejoren la baja productividad de las pasturas. El equipo entrevistó a informantes claves, grupos focales como ganaderos y científicos y trabajadores de campo en potreros, para modelar la conectividad del sistema de innovación del sector ganadero en Muy Muy Nicaragua.

1. Alternative approaches to increase pasture and animal productivity

The Central Region of Nicaragua has over 1.5 million hectares of pasture and a similar number of cattle, about 40% of the national herd (Nitlapan 1995). These extensive production systems are characterized by low pasture and animal productivity. Forty percent of 60 paddocks surveyed had less than 50% total herbaceous biomass in palatable species; over 30% of the paddocks had more than 35 trees (>5 cm) per hectare (CATIE 2000). Total milk and meat production per hectare in the region was estimated between \$50 to \$100 (Nitlapan 1995). Milk production averages only 2.5 l/cow/day, the annual calving rate is 48%, and weaned calves weigh 130-150 kg at 8-10 months (MAGFOR 2002).

Over the past 50 years, livestock areas throughout Central America have had access to diverse production technologies, including a succession of grass and legume forage species for grazing and cut-and-carry, cross breeding with meat and milk breeds, by-product supplements, and improved use of traditional browse and tree fruits. In response to the limited success of the technology-driven approach to productivity improvement, recent projects (CATIE, CIPAV, CIAT/Tropileche) have been directed to areas with incipient and increasing market potential. This market-pull approach presupposes that farmers are aware of improved techniques

and often test them on farm, but only use them in commercial production when market conditions become more favorable (Fujisaka and White 1998).

The apparently contrasting models technology-pull vs. the market-pull have been combined in the study of the innovation process and its support system. Innovation is a highly interactive process among existing and potential markets, current knowledge and information from science and production, and multiple actors who move from new ideas to prototype designs to production scale testing to production (Kline and Rosenberg 1986). Access to information and knowledge along the innovation process in a timely fashion is a key element (Corona et al. 1994). Here we present the experience of a CATIE project on low productivity pastures in Muy Muy, Central Nicaragua. The experience included the analysis of the innovation system in the livestock sector to design and organize project activities.

2. Materials and methods - Analysis of the social process of innovation

The rapid appraisal of agricultural knowledge systems (Engel and Salomon 1997) is an actor-centered analysis focused on how different stakeholders work together (or not) to produce innovations. The steps include the identification of principal stakeholders linked to a specific theme or region, the nature of their internal and external communication, their perspectives on relevant issues, and the positive and negative links among stakeholders. During a month field work, a 4-person CATIE team carried out literature reviews, 35 interviews with key stakeholders in policy, research, production, and marketing, workshops with scientists and livestock farmers, and on-farm interviews and guided pasture tours to analyze the social process of innovation. The CATIE team used three internal workshops to model successive approximations of the innovation system in the national and local livestock sectors.

¹INIBAP, Montpellier, France
²CATIE

3. Results

Representatives of the stakeholder groups in the Nicaraguan livestock sector foresee more challenges from marketing than production over the next decade. In marketing, uncertainty about the negotiations of the new trade agreements predominated, though improved communication among stakeholders in the livestock sector and better quality animal products were also mentioned. On the production side, improved animal feeding was most important followed by technologies for increased farm productivity.

During a workshop, farmers identified as major problems of the 1990's, the greater uncertainty in milk prices, increasing credit costs, poor road maintenance, longer dry seasons, favoritism and corruption in government programs, and poor leadership in farm organizations. On the positive side, the 1990's brought more feeder roads, the paving of the main highway, and more buyers for fresh milk and feeder cattle. Farmers identified four technical changes that were widespread: eradication of screw worm, increased use of cut-and-carry forages, crossbreeding for increased milk production, and more trees in pastures. An analysis of the sources of knowledge for these innovations suggested that information and ideas are circulating in the form of new inputs, projects with novel technical approaches, and farmer-to-farmer connections. These new ideas originate from research and development outside Muy Muy and Nicaragua. However, the local and national innovation system is not providing follow-up on how to incorporate the new ideas into the local production systems. Prototype development and commercial scale system design largely depend on farmer abilities and initiative.

The map constructed by CATIE team and collaborators on the qualitative connections among stakeholder groups in the livestock sector identified links which are pushing or pulling innovation (drivers) and areas of low capacity to respond to problems and opportunities (resistance factors).

4. Discussion and conclusions

The innovation system approach is a useful encompassing framework to orient development strategy. Improved production techniques are important, but seldom sufficient to sustain local development. The livestock households in Muy Muy have been exposed to new technologies with only minor productivity increases. Since it is not clear why, an analysis of profitability, markets, and future demand seems central. In spite of improved market conditions in Muy Muy in recent years, livestock farmers perceive increasing incapacity to compete. CATIE's project on low productivity pastures has identified four areas to strengthen human skills for information searching, experimentation, and change management beyond simply technologies and markets: 1) participatory research on herd and grazing systems management, 2) national planning and coordination on grazing systems research and training, and 3) local and national livestock sector multi-stakeholder monitoring of innovation system capacity.

Bibliography

- CATIE. 2000. Estudio de línea de base para proyecto de pasturas degradadas (informe preliminar). Turrialba, Costa Rica.
- Corona, J; Dutrenit, G; Hernández, C. 1994. La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual. Comercio Exterior 44 (8): 683-694.
- Engel, P; Salomon, M. 1997. Facilitating Innovation for Development. Amsterdam, Netherlands, KIT Press.
- Fujisaka, S; White, D. 1998. Pasture or permanent crops after slash and burn cultivation? Land use choice in three Amazonian colonies. Agroforestry Systems 42:45-59.
- MAGPOR. 2002. Plan Estratégico para el Sector Ganadero. Managua, Nicaragua. Unpublished.
- Nitapan. 1995. Diagnóstico de la producción agropecuaria en el interior del país. Análisis de encuesta rural 1995. Managua, Nicaragua, UCA.

National livestock sector		Muy Muy livestock sector	
Drivers	Resistance factors	Drivers	Resistance factors
<ul style="list-style-type: none"> -Demand for higher quality milk products -Tariff policies and free trade agreements -Imported seed, fencing, semen for livestock production -Changing market opportunities for meat (organic, grass fed) -Environmental education / regulations 	<ul style="list-style-type: none"> -Formal education weak on specific management skills to achieve change in local livestock production -National sector on livestock technology with limited resources / activities, lack of strategic vision, primarily informal networking -Strategic planning for cattle /grazing development incipient and short-term 	<ul style="list-style-type: none"> -Market opportunities for higher quality milk -Dry season milk prices -Improved forage to input seed readily available -More readily available by-product supplements -Low coffee prices contribute to expansion of pasture lands Environmental education and regulations 	<ul style="list-style-type: none"> -Volatile milk prices create uncertainty in household income -Livestock farmers oriented use for system improvement -Extremely limited efforts to improve local forage / grazing systems -Technical assistance as source of general recommendations, but not specific plans and strategies for individual livestock households -Producer groups / municipal government with limited strategic vision

SISTEMA DE MANEJO FORESTAL (SILVIA)

Versión 2

Álvaro Vallejo¹, Edgar Víquez¹, Marcelino Montero²,
Markku Kanninen³

1. Antecedentes

Silvia, el Sistema de Manejo Forestal creado por CATIE con el apoyo de la Universidad de Helsinki, es un conjunto de programas bajo Windows, orientado al manejo técnico, ordenado y sostenible de plantaciones forestales. Silvia busca ofrecer al público una herramienta flexible y poderosa para el manejo de plantaciones forestales.

La versión 1 de Silvia fue lanzada en diciembre del 2001 en numerosos países de América Latina. La versión 2 fue lanzada en diciembre de 2003. En la actualidad, varios grupos temáticos del CATIE apoyan el uso y la difusión de Silvia.

2. Módulos

Silvia es un programa compuesto por varios módulos orientados a resolver tareas específicas; cada uno puede ser usado de manera independiente. La versión 2 de Silvia es multilingüe, y representa una mejora sustancial con respecto a la versión 1.

Módulo de plantaciones.- En este módulo se realiza la consulta y edición de la información de proyectos, especies, rodales, actividades de manejo, cosechas y planes de siembra futuros. Es altamente flexible en la definición de jerarquías geográficas, planes de manejo y generación de reportes.

Módulo de ecuaciones.- Este módulo permite consultar y editar las ecuaciones relacionadas con el manejo de plantaciones forestales. Contiene numerosas ecuaciones de diversos tipos para las especies más estudiadas y empleadas en la reforestación comercial en América Latina, recopiladas de diferentes fuentes bibliográficas. Además de las ecuaciones existentes, el usuario puede ingresar sus propios modelos para hacer uso de ellos en los módulos de simulación e inventarios.

Módulo de mapas.- Permite el uso en Silvia de mapas en formatos comunes en sistemas de información geográfica. Además, se pueden visualizar rodales aislados o en conjunto, según características comunes.

Módulo de simulación.- Aquí se pueden calcular numerosos escenarios de simulación, tales como tablas de crecimiento de un rodal específico, tablas de inventario estimado a una fecha presente o futura, o la producción global o parcial (por especies, o unidades de manejo) del proyecto durante un número de años futuro definido por el usuario. Los asistentes para la definición de perfiles le ayudarán en la elección o definición de modelos para la simulación del crecimiento de sus rodales.

Módulo de inventarios.- Permite procesar información de parcelas temporales de inventario, para actualizar los datos de inventario de los rodales y mejorar la precisión de las simulaciones realizadas en el módulo de simulación.

Módulo financiero.- Este módulo permite calcular costos promedio de actividades de mantenimiento, así como la rentabilidad de los rodales, su valor inmaduro y el período de rotación óptima que permite maximizar su valor con base en el plan de manejo asignado a cada rodal y a los precios de venta de los productos obtenidos en raleos y cosechas finales.

3. Aplicaciones

- Administración de proyectos de reforestación
- Asistencia técnica
- Docencia
- Formulación, desarrollo y monitoreo de proyectos forestales

4. Disponibilidad

La versión 2 de Silvia está disponible para el público en el CATIE y a través de los representantes técnicos de Silvia en diferentes países de la región. El costo de la licencia es de US\$150 para usuarios nuevos y de US\$50 para actualización desde la versión 1.

Encuentre más información sobre Silvia en <http://www.catie.ac.cr/silvia> o escribiendo a silvia@catie.ac.cr.

¹CATIE, avallejo@catie.ac.cr, eviquez@catie.ac.cr

²Universidad de Helsinki, mmontero@catie.ac.cr

³CIPOR, m.kanninen@cgiar.org

TREE COVER AND INTENSIFICATION LEVEL IN CATTLE FARMS IN RIO FRIO, COSTA RICA

J. Villacís¹, CA. Harvey, M. Ibrahim, C. Vilanueva

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue caracterizar el componente arbóreo en fincas ganaderas de la zona de Río Frío, Costa Rica y relacionar esta información con el nivel de intensificación. Se determinaron fincas ganaderas de alta y baja intensificación. Los sistemas de alta intensificación tuvieron menor área de bosques, menor densidad de árboles en potreros y menor densidad de individuos por kilómetro de cerca viva que las fincas de baja intensificación. Se concluye que las fincas de alta intensificación presentan menor cobertura arbórea que las fincas de baja intensificación ya que manejan mayor número de apartos y cargas animales altas.

1. Introduction

The Rio Frio region is dedicated to cattle production and represents one of the main dairy regions in Costa Rica (Urgiles 1996). In many farms, cattle are raised under intensive production systems that include a considerable tree component (Villafuerte 1998). However, little is known about the types of tree cover present in farms, or how farm intensification influences on-farm tree cover. Farm intensification is defined as the use of external inputs, such as high quality concentrates, improved genetic resources, better sanitary regulations and more efficient management practices, to increase farm productivity (Brookfield 1993, Serrao and Toledo 1993, Shriar 2000). Researchers in Latin America have argued that farm intensification practices will reduce the pressure on the remaining forests and will result in a higher protection of forest areas (Serrao and Toledo 1993). However, they have failed to explain how this will happen or to provide concrete evidence of this relationship. In addition, few have considered how farm intensification affects on-farm tree cover. The main objective of this study was to characterize the tree component present in cattle farms and to compare tree cover (forest, live fences and dispersed trees) present in high intensification and low intensification farms.

2. Methods

The research was carried out in Rio Frio, Costa Rica, within the FRAGMENT Project study area ($10^{\circ}22'N$; $83^{\circ}53'O$; $25.4^{\circ}C$

average temperature; 88% average relative humidity; 100-150 masl altitude and 4120 mm precipitation (Herrera and Jansen 1994)). The study area corresponds to tropical wet forest (Holdridge 1967).

A structured survey was conducted with 71 farmers to collect data about farm land use (size and distribution); farmer characteristics (age, education level, labor composition and distribution); cattle production system (number of animals, breeds, supplementation and grass types); size and distribution of agricultural areas, and the on-farm tree component (types, composition and distribution). To define farm types (based on their intensification) a conglomerate analysis was carried out using the minimum variance method of Ward (1963) and the pseudo test t2. In this analysis 31 variables were included (24 quantitative and 7 qualitative). Two groups resulted: high intensification farms (37) and low intensification farms (24). High intensification farms were characterized by the use of a higher quantity of inputs and for carrying out more efficient management practices. In order to characterize the on-farm tree cover, 16 farms were randomly selected (4 of high intensification and 12 of low intensification) and a total inventory of the trees present in live fences and pastures was conducted. Variance analysis was used to compare the tree component (species abundance, richness, diversity and density, live fence total length, total tree cover) between high and low intensification farms.

3. Results and Discussion

The level of farm intensification influences the on-farm tree cover (forest areas, live fences and dispersed trees). The forest area in the high intensification farms was less than in low intensification farms, possibly due to the fact that the highly intensified farms manage higher stocking rates and a greater number of pastures, and tend to replace forest areas by pastures. Another difference between the two farm types was that the high intensification farms did not have areas of young secondary growth (*charral*), forest plantations, nor fruit home gardens, mainly because they are specialized systems for milk production.

¹CATIE, villacis@catie.ac.cr, charvey@catie.ac.cr, mibrahim@catie.ac.cr, cvillanu@catie.ac.cr

Table 1. Species composition, abundance, density and structure of live fences in high intensification versus low intensification farms, Río Frío, Costa Rica,

Variable	High intensification** (n=4)	Low intensification** (n=12)
Total number of species	12	15
Average number of live fences per farm	59 ± 16.7 a	14.5 ± 1.7 b
Average total length of live fences (km) per farm	3.2 ± 0.6 a	1.5 ± 0.1 b
Km of live fences per ha of farm	0.30 ± 0.06 a	0.16 ± 0.01 b
Total number of trees / km of live fence	308.4 ± 51.5 b	707.8 ± 61.0 a
Average dap (cm)	15.1 ± 0.2 b	16.2 ± 0.2 a
Average altitude (m)	6.0 ± 0.1 b	6.9 ± 0.1 a
* Average area of pastures under the shade from live fences (%)	5.9 ± 1.1	14.4 ± 3.4
Pruning frequency (times / year)	1.6	1.3
* Non parametric test		
** different letters in the same column indicate significant differences p <0.05		

Table 2. Characteristics of dispersed trees (dap>10 cm) in pastures in cattle farms, Río Frío, Costa Rica, 2003

Intensification	High*	Low*
Total number of species	55	96
Average tree density (# per ha)	13.6 ± 2.3 b	26.3 ± 3.5 a
Average dap (cm)	36.6 ± 1.4 a	29.4 ± 0.5 b
Average height (m)	15.5 ± 0.3 a	13.3 ± 0.1 b

* Non parametric test

** different letters in the same column indicate significant differences p <0.05

Table 3. Density of trees per hectare of farm or pasture in cattle farms, Río Frío, Costa Rica, 2003

Intensification	High	Low
* # of trees (LF+PT) per pastures ha	115.8 ± 23.4	213.6 ± 38.3
*Total pastures area under shade (LF + PT)	18.0 ± 1.7	32.6 ± 4.8
* Total tree cover (LF + PT + riparian forest + <i>charral</i> + forest plantations)	25.1 ± 3.4	37.3 ± 3.7
* Non parametric tests		

There were significant differences in live fences between the two farm types (Table 1). The average length of live fences per hectare was greater in the high intensification farms than in low intensification farms (0.3 and 0.16 km, respectively); because the former had a greater number of paddocks to facilitate cattle rotation and used live fences to create these divisions. However, live fences in high intensification farms had smaller trees (with smaller diameters and lower heights), most likely because farmers tend to prune their live fences more frequently. The number of trees per km of live fence in the low intensification systems (707) almost doubled than in high intensification systems (308). This difference relates to the type of wire

used within the fence: in high intensification farms, farmers use electrical wire and use the trees only to support the wire; in low intensification farms, 3 or 4 rows of barbed wires are attached to trees. Consequently, live fences with barbed wires tend to be planted denser than those with electric wire. Another difference between live fences in both types of farms was that the average percentage of pasture under the shade of the live fence canopies was lower in high intensification farms.

There were also significant differences in density of trees in pastures between the two farm types. High intensification farms had fewer tree species and a lower tree density (Table 2).

Tree density in pastures in high intensification farms was almost half that in low intensification farms (13.6 and 26.3 trees/ha, respectively), because farmers with high intensification systems remove most of the trees in pastures to reduce shade effects on improved grasses. Dispersed trees in high intensification farms were larger than those in low intensification farms, because they included some relict trees from the original forest and had few small (regenerating) trees.

4. Conclusions

The intensification of cattle farms in Río Frío appears to affect negatively the on-farm tree cover, reducing the area under forest, and the density of trees within pastures. Farm intensification leads to the establishment of more live fences, but these are less densely planted and more frequently pruned than those on less intensified farms. Consequently, the total tree cover in high intensification farms is lower than that in less intensified cattle farms. These data suggest that as farms intensify their cattle production in this region, the on-farm tree cover is reduced.

References

- Brookfield, HC. 1993. Notes on the theory of land management. PLEC News and Views 1: 28-32.
- Herrera, RC; Jansen, DM. 1994. Climate in some stations of the Atlantic zone of Costa Rica. Phase 2 report No. 88. Turrialba, Costa Rica, CATIE. The Atlantic Zone Programme. 64 p.
- Holdridge, LR. 1967. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p. (Serie Libros y Materiales Educativos IICA. No. 34).
- Serrao, EA; Toledo, JM. 1993. The Search for Sustainability in Amazonian Pastures. In Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest. AB Anderson (Ed.). New York, Columbia University Press. pp. 195-214.
- Shriar, AJ. 2000. Agricultural intensity and its measurement in frontier regions. Agroforestry Systems 49: 301-318.
- Urgiles, J. 1996. Descripción cuantitativa y optimización de sistemas de producción de leche especializada en Río Frío, Costa Rica. MSc Tesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Villafuerte, L. 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones en manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. MSc Tesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 98 p

CARACTERIZACIÓN DE FINCAS GANADERAS Y RELACIONES CON LA COBERTURA ARBÓREA EN RÍO FRÍO, COSTA RICA

J. Villacís¹, CA. Harvey, M. Ibrahim, C. Villanueva

Resumen

This research tried to define the biophysical and socioeconomic characteristics of cattle farms in Río Frío, Costa Rica and to relate this information to farm tree cover. On-farm tree cover was primarily represented by small forest patches, areas of secondary growth, forest plantations, live fences and trees in pastures. Total tree cover (total area under forest or forest plantations) was negatively influenced by pasture size, pasture occupation, the amount of human labor and feeding concentrates to cattle. In general, farm tree cover appears to be negatively affected by farm intensification.

1. Introducción

En Costa Rica, desde los años cincuenta se observa una marcadísminución de la cobertura forestal. Muchas áreas boscosas o destinadas a la agricultura han sido transformadas en pastizales debido a la expansión de la ganadería (Howard-Borjas 1995). Esta expansión se asocia con la pérdida de sostenibilidad de los ecosistemas, lo cual conlleva a la pérdida y fragmentación de bosques y la creación de paisajes que son mosaicos de potreros, bosques y cultivos. En muchas regiones, la deforestación no ha sido completa y se mantiene una cierta cobertura arbórea en las fincas ganaderas como árboles dispersos en potreros, cercas vivas, charrales u otros, de donde se obtienen productos y servicios. Sin embargo, no se conocen los tipos de coberturas arbóreas que forman parte de los sistemas productivos y su variación entre fincas en cuanto a estructura, superficie y composición de especies. Además, no existe información sobre utilidad, manejo e importancia como herramienta para la conservación y la producción. Ante esta situación, el sector ganadero busca alternativas de producción que permitan producir competitiva y sosteniblemente, identificando en las fincas ganaderas las áreas con mayor potencial productivo para cada alternativa. Por ello es importante conocer el estado actual de los usos del suelo en las fincas ganaderas (bosque ripario, charral,

cercas vivas, árboles en potreros, cultivos, plantaciones forestales), que puede ayudar al planeamiento y desarrollo de estrategias apropiadas para mejorar los sistemas productivos y de conservación. En este estudio se caracterizó la cobertura arbórea y se exploraron las relaciones entre la intensificación del manejo y el componente arbóreo en fincas ganaderas.

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la zona de Río Frío, Costa Rica, área de influencia del proyecto FRAGMENT ($10^{\circ}22'N$; $83^{\circ}53'O$; $25,4^{\circ}C$ temperatura promedio; 88% humedad relativa promedio; 100-150 msnm altitud; 4120 mm precipitación (Herrera y Jansen 1994)). El área de estudio se ubica en la zona de vida bosque muy húmedo tropical (Holdridge 1967).

Se aplicó una encuesta estructurada a 71 productores para recolectar datos sobre uso del suelo (tamaño y distribución de las áreas de la finca); características de los productores (edad, nivel de educación; composición y distribución de la mano de obra); características de los sistemas ganaderos (número de cabezas, razas, suplementación y tipos de pastos); características, tamaño y utilización de las áreas agrícolas; descripción y composición del componente arbóreo (usos y especies de árboles en potreros y cercas vivas). Para analizar las relaciones entre la cobertura arbórea y las características de las fincas se realizaron regresiones múltiples (STEPWISE) y análisis de correlación entre las variables, con el fin de identificar las variables socioeconómicas mejor relacionadas con la cobertura arbórea.

3. Resultados y discusión

2.1 Uso del suelo

El área total de las 71 fincas encuestadas fue 1572,1 ha, de las cuales el 84,8% son potreros, 4,9% bosques primarios y se-

¹CATIE, villacis@catie.ac.cr, charvey@catie.ac.cr, mibrahim@catie.ac.cr, cvillanu@catie.ac.cr

cundarios, 4,5% cultivos (principalmente palmito -*Bactris gasipaes*), 2,7% pastos de corte (principalmente camerún -*Pennisetum purpureum*), 1,5% charales y el resto plantaciones forestales (de preferencia gavilán -*Pentacletha macroloba* y pilón -*Hieronima alchorneoides*).

2.2 Sistemas de producción

El tamaño promedio de las fincas encuestadas fue de $22,1 \pm 3,1$ ha, con variaciones entre 2,5 y 140 ha. Los sistemas de producción ganaderos en la zona de Río Frío son de diferentes tipos: 52,1% producción de leche, 18,3% producción de carne, 16,9% doble propósito y 12,6% producción mixta agricultura - ganadería.

La producción bovina en el área de estudio varía notablemente entre fincas. La carga animal promedio es de 3,07 UA/ha, con variaciones de 0,5 a 9,2 UA/ha. El 76% de las fincas ganaderas utilizan sistema de pastoreo rotacional con un período de ocupación entre 1 y 30 días y un período de descanso entre 4 y 30 días. El resto de las fincas utilizan sistemas de pastoreo continuo. El tamaño promedio de los potreros es de $4,8 \pm 1,0$ ha, con un rango de 0,1 a 54,5 ha. Otros parámetros productivos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros productivos de fincas ganaderas (n=71) en Río Frío, Costa Rica, 2003

Parámetro	Promedio (\pm Se)
Carga Animal (UA/ha)	3.07 ± 0.2
Producción de leche (l/día)	121.70 ± 15.1
Desparasitación (veces al año)	7.3 ± 0.5
Concentrado (kg/animal/día)	1.6 ± 0.1
Banano (kg/animal/día)	2.6 ± 0.5
Melaza (l/animal/día)	0.2 ± 0.07
Sal mineral (kg/animal/día)	0.09 ± 0.9
Sal común (kg/animal/día)	0.04 ± 0.01

El 94,4% de las fincas ganaderas poseen pasto retana (*Ischaemum ciliare*), el cual cubre el 89,8% del área total de pasturas. El alto porcentaje de productores que prefieren este pasto se debe, posiblemente, a que es un cultivo económico que no requiere de labores agrícolas como fertilización y control de plagas; sólo necesita control de malezas, que puede ser manual (90,1% de los productores entre 1 y 4 veces por año) o químico (43,6% de los finqueros, con Glifosato, dosis promedio de 0.5 ± 0.9 l/ha).

También se encuentran pastos mejorados, como brachipara (*Brachiaria arrecta*, 18,3% de las fincas encuestadas), king grass (*Pennisetum purpureum* var. King Grass, 7%), tanzania (*Panicum maximum* var. Tanzania, 7%), y bracharia (*Brachiaria*

brizantha, 2,8%). Los pastos de corte más comunes son camerún (*Pennisetum purpureum*, 14% de las fincas), caña (*Saccharum officinarum*, 9,8%) y estrella (*Cynodon nemorosus*, 4%). El área que ocupan los pastos mejorados, en relación con el área total de la finca, es la siguiente: brachipara 2,1%, king grass 0,6%, tanzania 1,2%, bracharia 1,7%, y los pastos de corte: camerún 1,1%, caña 0,4% y estrella 0,2%. El 35,2% de los productores aplican fertilizante químico en los pastos mejorados; generalmente Abopasto a una dosis promedio de 18.5 ± 32.7 kg/ha. Otra práctica agrícola en los pastos mejorados es el control de plagas, principalmente la palomilla de pastos (*Prosopis* sp), una vez al año en la época lluviosa (9,8% de los productores). El producto utilizado para el control de esta plaga es Taramon a una dosis promedio de 0.1 ± 1.1 l/ha.

2.3 Componente arbóreo

Las fincas ganaderas de Río Frío tienen diferentes tipos de cobertura arbórea. El arreglo más abundante son los bosques riparios (45,1% de las fincas), bosques primarios (23,9%), bosques secundarios (14,1%), plantaciones forestales (8,4%) y charales (2,8%).

Según los productores, las especies más comunes en los bosques primarios, secundarios y riparios son gavilán (*Pentacletha macroloba*) y laurel (*Cordia alliodora*). En menor proporción hay especies como guácimo blanco (*Guazuma ulmifolia*), guácimo colorado (*Luehea seemannii*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro maría (*Calophyllum brasiliense*) y fruta dorada (*Virola sebifera*).

2.3.1 Árboles en potreros

En la mayoría de fincas de la zona de estudio quedan algunos árboles en potreros (95,7%). El 98,5% de los productores señalaron que los árboles presentes en potreros fueron de regeneración natural y solamente el 1,5% reconocen haber sembrado árboles. La principal especie plantada es el laurel, con semilla donada por técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería en 1991.

Los productores ganaderos reconocen el valor de los árboles en sus fincas y los beneficios de mantener árboles en potreros, ya que constituyen fuente de postes, madera y leña para la finca y brindan servicios como sombra y frutos a los animales. La mayoría de los productores (67,6%) han utilizado los árboles en potreros como postes, generalmente para separar apartos dentro de la finca y dividir parcelas contiguas. El 47,9% de los productores han usado árboles de los potreros como fuente de madera y el 29,9% como leña. En menor escala, los han utilizado como fuente forraje y frutos para el ganado.

Según los productores, en los potreros de la zona se encuentran alrededor de 61 especies de árboles. Las especies maderables más comunes son laurel y gavilán (83% y 49,2% de las fincas encuestadas, respectivamente). Otras especies maderables frecuentes son el cedro maría (14%), caoba (11%), pilón (*Hieronima alchoroides*, 11%) y guácimo blanco (8%). Los árboles frutales también representan una parte importante del componente arbóreo dentro de los potreros, ya que ofrecen beneficios como frutos para el consumo y sombra para el ganado. Entre estas especies están: guayaba (*Psidium guajava*, 60,5% de las fincas), naranja (*Citrus sinensis*, 45%), limón (*Citrus reticulata*, 32,3%) y guaba (*Inga spectabilis*, 16,9%).

2.3.2 Cercas vivas

En el 87,3% de las fincas en la zona hay cercas vivas, el 40,3% de las cuales están compuestas por una sola especie (generalmente poró), y el 59,6% por dos especies (poró y madero negro). Según estimaciones de los productores, la longitud total promedio de las cercas vivas por finca es de $1,5 \pm 1,4$ km con variaciones entre 0 y 2,5 km.

Además de poró (*Erythrina costaricensis* y *E. berteroana*), presente en el 83,1% de las fincas, y madero negro (*Gliricidia sepium*) en el 49,2%, también se encuentran otras especies en cercas vivas: laurel (2,8%), piñuela (*Bromelia pinguim*, 2,8%), caña india (*Dracaena fragrans*, 2,8%), pochote (*Pachira quinata*, 1,4%), indio pelado (*Bursera simarouba*, 1,4%) y guaba (1,4%).

2.4 Relaciones de las características de las fincas con la cobertura arbórea

La cobertura arbórea total (y), formada por el área total de bosque primario + bosque secundario + plantaciones forestales estuvo influenciada positivamente por el área total de la finca (At) y la frecuencia de desparasitación al ganado (Fr) y negativamente por la mano de obra contratada (Mc), área de potreros (Ap), tiempo de ocupación de los potreros (To) y suministro de concentrado al ganado (Co), todas las cuales fueron significativas ($Pr < 0.0001$). El modelo de regresión múltiple calculado fue el siguiente:

$$y = 52,04 + 0,15 At - 4,56 Mc - 0,48 Ap + 0,55 Fr - 0,22 To - 6,85 Co \quad (r^2 = 0.6591)$$

El área de la finca es directamente proporcional e influye positivamente en la cobertura arbórea, ya las fincas ganaderas que tienen mayor superficie presentan mayor área de bosques. La frecuencia de desparasitación al ganado también presenta una

relación positiva con la cobertura arbórea; sin embargo, esta relación desde el punto de vista de los productores es difícil de explicar y carece de lógica ya que la frecuencia de desparasitación actúa independientemente y no tiene influencia sobre el componente arbóreo. La mano de obra contratada presentó una relación negativa con la cobertura arbórea; esto implica que las fincas contratan más personal conforme aumentan sus ganancias, lo que lleva a un aumento neto de la deforestación (Cattaneo 2001). El área de potreros mostró una relación negativa con la cobertura arbórea debido a que existe una disminución de las áreas boscosas cuando aumentan las áreas de pasturas (Howard-Borjas 1995). El tiempo de ocupación de los potreros mostró una relación negativa con la cobertura arbórea debido al daño causado por el pisoteo del ganado sobre los árboles pequeños. Finalmente, el suministro de concentrado al ganado afecta negativamente el componente arbóreo; esta relación sugiere que la incorporación de alternativas que intensifiquen el sistema productivo afectan el componente arbóreo de las fincas ganaderas (Cattaneo 2001). En otro estudio llevado a cabo en la zona de Cañas, la cobertura arbórea en potreros estuvo influenciada positivamente por la frecuencia del control de malezas, mano de obra familiar, periodo de descanso en los potreros, y negativamente por la carga animal (Restrepo 2002).

4. Conclusión

En Río Frío, el aumento de la carga animal y número de apartos en las fincas ganaderas parece reducir la cobertura arbórea total (especialmente áreas de bosques y plantaciones forestales). No se sabe si la intensificación de prácticas ganaderas afecta la cobertura arbórea fuera de las fincas.

Bibliografía

- Cattaneo, A. 2001. A General Equilibrium Analysis of Technology, Migration, and Deforestation in the Brazilian Amazon. In Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. A. Angelsen and D. Kaimowitz (Eds.). Wallingford, CABI Publishing. pp. 69-90.
- Herrera, RC; Jansen, DM. 1994. Climate in some stations of the Atlantic zone of Costa Rica. Phase 2 report No. 88. Turrialba, Costa Rica, CATIE. The Atlantic Zone Programme. 64 p.
- Holdridge, LR. 1967. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p. (Serie Libros y Materiales Educativos IICA. No. 34).
- Howard-Borjas, P. 1995. Cattle and crisis: the genesis of unsustainable development in Central America. Land Reform. Land settlement and cooperatives. Roma, Italia, FAO, Dirección de Desarrollo Rural. pp. 89-116.
- Restrepo, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. MSc Thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

TREE RESOURCES ON PASTURES IN CATTLE PRODUCTION SYSTEMS IN THE DRY PACIFIC REGION OF COSTA RICA AND NICARAGUA

C. Villanueva¹; M. Ibrahim¹; C.A. Harvey¹; F.L. Sinclair²; R. Gómez³; M. López³; H. Esquivel¹

Resumen

El objetivo del estudio fue identificar los sistemas de producción bovina prevalecientes, y comparar la composición, abundancia, diversidad y estructura de los árboles en pasturas (árboles dispersos y cercas vivas) en Costa Rica y Nicaragua. El estudio comprendió dos fases: en la primera, se recogió información biofísica y socioeconómica en 110 fincas ganaderas por medio de una encuesta; en la segunda se seleccionaron 27 fincas para realizar un inventario de árboles en pastura. En Costa Rica predominaron los sistemas de producción de carne (64% de las fincas), y los sistemas mixtos en Nicaragua (100% de las fincas). En cuanto a árboles dispersos, en Costa Rica se encontraron 101 especies y 72 en Nicaragua, con diámetros a la altura del pecho de 42,85 y 24,33 cm, respectivamente. Esta marcada diferencia en diámetros podría deberse a que los árboles en Costa Rica son de mayor edad, remanentes del bosque original. En cercas vivas se registraron 85 y 71 especies para Costa Rica y Nicaragua, respectivamente. La densidad de árboles en pasturas fue similar en ambos sitios (36,60 y 26,93 árboles ha⁻¹), pero la cobertura de copa fue mayor en Costa Rica (25,67 vs. 9,81%), por contar con árboles dispersos de mayor edad y una alta densidad en cercas vivas

1. Introduction

Large-scale deforestation in Central America was carried out between 1950 and 1986. The main factors that contributed to this phenomenon were the absence of suitable land possession legislation and land-use policies, as well as easy access to credit for cattle ranchers and high meat prices. In consequence, over the last 40 years, pasture area in the region has increased from 3.5 to 9.5 million hectares, and the cattle population has increased from 4.2 to 9.6 million. This change has also been associated with the frag-

mentation and conversion of forested landscapes into a matrix of monoculture agriculture, pasture and forest fragments (Kaimowitz 2001). The major tree component in cattle farming landscapes is distributed as dispersed trees and live fences. These trees diversify farm production by providing timber, fence posts, firewood, browse and shade for cattle, and ecological services (protection to water sources and soil, biological refuges and corridors, and carbon fixation). Live fences offer other specific benefits such as delimiting property and pasture boundaries. Existing studies of dispersed trees in pastures and live fences have been carried out using sample sizes that do not adequately capture variation in these landscapes. Although they have provided a general description about the most common species, uses and densities, no specific data is offered on differences in tree cover among farms and zones.

The intention with this study was to characterize cattle production systems and tree cover in pastures in the Costa Rican and Nicaraguan dry pacific region. Farm types present in the zone were characterized; existing tree cover was detailed at the level of individual farms (as live fences or dispersed trees in pastures); tree species composition, abundance, diversity, richness and structure were recorded and analyzed. This information was organized into a database to guide the design of strategies for the integration of the tree component to cattle ranching systems, promoting increased farm productivity and tree cover in pastures.

2. Materials and methods

This study was carried out in two sites in Central America: Cañas, Costa Rica and Rivas, Nicaragua. Climatic conditions are similar in both places (dry tropical forest, 27-30°C mean annual temperature and 1500 mm annual precipitation). In

¹Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

²University of Wales, Bangor

³Instituto Nitlapán-UCA de Nicaragua

each place, a pilot area ($10\ 000\ km^2$) was delimited. The study has two phases: in the first one, 53 cattle farms in Costa Rica and 57 in Nicaragua were selected at random; a semi-structured survey was used to collect biophysical and socioeconomic information. That information was used to define the farm types. The second phase consisted of an inventory of trees in pastures (dispersed trees and live fences) on each farm. In Costa Rica, 15 farms were selected: 11 meat production systems (3 small-sized, 1 to 50 ha; 5 medium-sized, 51 to 100 ha; 3 large-sized, bigger than 101 ha) and 4 mixed production systems. In Nicaragua 12 farms were similarly selected; 4 under each of the following systems: private mixed production systems with annual crops and musacea; private mixed with annual crops, and private mixed with agrarian reform.

For all dispersed trees, the following variables were recorded: species, total height, trunk height, diameter at breast height (dbh), and for individuals with $dbh > 10\ cm$, crown diameter index ('large' or 'small'). A 'live fence' was defined as trees planted in line with a given space adjustment, supporting smooth or barbed wire, with a density $\geq 200\ trees\ km^{-1}$ and with the purpose of delimiting farms or different land uses within the farm. For trees in live fences, we recorded total length of fence and total number of species and individuals with $dbh > 10\ cm$. In each fence, 10 evenly distributed trees were selected and recorded (species, total height, trunk height, pruning height, dbh, and crown radius). The pertinent quantitative variables for farm type were analyzed using t-tests and the qualitative variables using Chi-square tests. Tree characterization variables were analyzed using t-tests, and Shannon and Simpson diversity indices calculated.

3. Results and discussion

3.1 Farm types

In Costa Rica, three farm types were identified: meat production (64.15% of farms), dual production (15.09%), and mixed production (20.75%). Montenegro and Abarca (2001) found similar results in the same zone. In contrast, in Nicaragua 100% of the farms were under mixed production systems. This suggests that for these producers the integration of cattle ranching and agriculture contributes to increased food security, income generation and reduced financial risk, allowing active investment in ranching and/or financial savings (De Haan *et al.* 1997). In Costa Rica, pastures were the most widespread land use (76% of the total study area) compared to 46% in Nicaragua. The total area under crops and tree cover (forest fragments plus secondary growth) was bigger in Nicaragua (27% and 20%) compared to Costa Rica (7% and 9%). Tree resources in pastures play

an important role in cattle farms: dispersed trees were found in more than 90% of the farms surveyed in both countries. In relation to live fences, there was a significant difference ($P < 0.01$) between the countries: 88% in the Costa Rican farms, and 48% in the Nicaraguan ones. Live fences are more common in Costa Rica, probably due to the lack of dead posts in or near the farms.

3.2 Dispersed trees in pastures

In Costa Rica, 5896 trees from 101 species were found in 763 ha; in Nicaragua 2297 individuals from 72 species were identified in 168.8 ha. In both sites, the five most abundant species were the same; in Costa Rica, they represented 55.47% and in Nicaragua 54.70% of the total population inventoried (Table 1).

Table 1. Most abundant tree species in pastures in the Costa Rican and Nicaraguan dry Pacific

Species	Site	
	Cañas, Costa Rica (%)	Rivas, Nicaragua (%)
<i>Tabebuia rosea</i>	12.82	7.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12.58	15.2
<i>Cordia alliodora</i>	11.99	22.7
<i>Acrocomia aculeata</i>	10.24	3.1
<i>Byrsonima crassifolia</i>	7.36	6.6

N=5896 in Costa Rica, and 2297 in Nicaragua

There was no significant difference in diversity between sites ($P > 0.05$). Shannon diversity indices were 0.76 ± 0.02 and 0.77 ± 0.03 for Costa Rica and Nicaragua, respectively. Simpson indices for the two sites were 0.14 ± 0.02 and 0.15 ± 0.02 . According to the Jaccard index, the similarity of species between sites was 37%. In Costa Rica, dbh was significantly higher ($P < 0.01$) in comparison to Nicaragua ($42.85 \pm 1.20\ cm$ and $24.3 \pm 0.65\ cm$, respectively). There was no significant difference in basal area between sites ($P > 0.05$), with values of 1.56 and $0.97\ m^2\ ha^{-1}$ in Costa Rica and Nicaragua respectively.

In Costa Rica, diameter distribution of dispersed trees reflects natural regeneration and remnant individuals from original forest. The small population of young trees can be due to the use of herbicides in pastures, in combination with the effects of improved pastures and animals. In contrast in Nicaragua, young trees predominate ($dbh < 30\ cm$) due to natural regeneration being allowed in fallow agricultural areas, in order to comply with the strong demand for tree products such as firewood, timber, posts and cattle browse (Fig. 1).

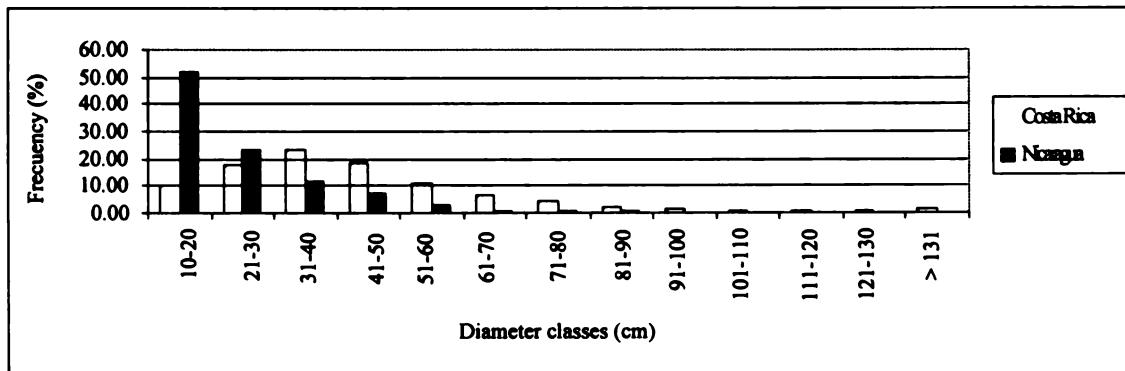


Figure 1. Diameter class distribution of trees in pastures in Costa Rican and Nicaraguan cattle farms

3.3 Live fences

In Costa Rica, 90.83 km of fences were measured; 59.51 km of them were live fences. The total number of trees was 20974, and 85 species were represented. The most important species were *Bursera simaruba* (jiñote) and *Pachira quinata* (pochote); both together represented 82% of the total. In Nicaragua, 49.20 km of fences were measured, but only 5.22 km were live fences. The total number of trees registered was 1958 and 71 species; the five most common accounted for 38.11% of the population (Table 2).

their limited socioeconomic conditions demand more resources from trees (timber, dead posts, firewood and animal food). Many of the trees in the Nicaraguan live fences come from natural regeneration.

The density of trees in live fences averaged 292.27 ± 23.54 and 113.28 for Costa Rica and Nicaragua, respectively. Shannon and Simpson indices showed significant differences ($P < 0.01$): Shannon index 0.44 and 0.85; Simpson index 0.41 and 0.11 for Costa Rica and Nicaragua, respectively. According to Jaccard index, the similarity of species between sites was 32%. There was no significant difference in mean dbh ($P > 0.05$) between sites: 28.75 cm and 26.51 cm for Costa Rica and Nicaragua, respectively. Basal area showed significant differences between sites ($P < 0.01$): $0.61 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ and $0.03 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ in Costa Rica and Nicaragua, respectively. The greater density of individuals in live fences in Costa Rica may explain that difference.

The dbh distribution in live fences was similar in both countries, with the population of individuals tending to decrease as dbh increased (Fig. 2). In Costa Rica, this is due partly to the increased planting of species like jiñote and pochote in recent years, by means of vegetative material (stakes) with a dbh ranging from 5.3 to 15.5 cm, and to the effect of pruning in reducing the diameter growth of trees. In Nicaragua most new individuals come from natural regeneration; nevertheless, species planted by the farmers do exist (38% of the inventoried population), Eucalyptus being the most common. In both sites, there are remnant forest trees and natural regeneration with dbh greater than 40 cm; those trees were already there before the live fences.

Table 2. Most relevant tree species in live fences in Costa Rica and Nicaragua

Cañas, Costa Rica		Rivas, Nicaragua	
Species	%	Species	%
<i>Bursera simaruba</i>	54.18	<i>Cordia dentata</i>	9.04
<i>Pachira quinata</i>	27.59	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8.94
<i>Spondia purpurea</i>	3.94	<i>Myrospermum frutescens</i>	7.10
<i>Ficus werckleana</i>	3.82	<i>Acacia collinsii</i>	7.05
<i>Tabebuia rosea</i>	2.0	<i>Eucaliptus sp</i>	5.98

N=20974 in Costa Rica, and 1958 in Nicaragua.

In Costa Rica, the dominant species (jiñote and pochote) are actively managed because they can be asexually propagated; also, they root and grow quickly. Conveniently managed, pochote pruning produces sawn timber, but none of the farmers surveyed have taken advantage of this characteristic. In Nicaragua, farmers have opted for multiple-use species because

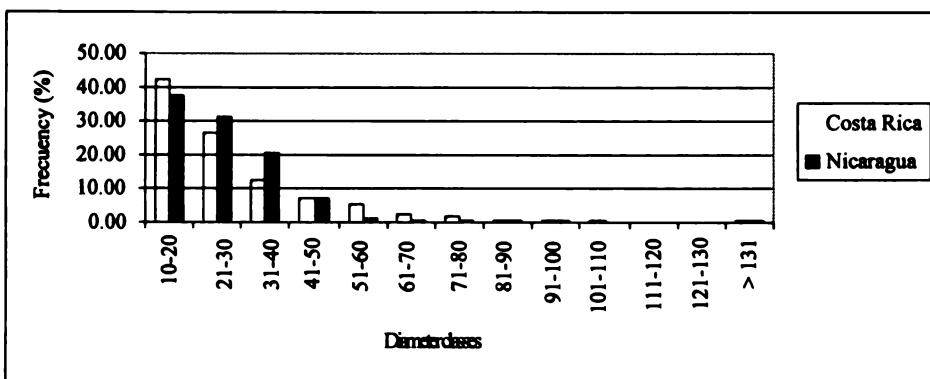


Figure 2. Diameter classes in live fence trees in Costa Rican and Nicaraguan production systems

Table 3. Tree density and crown cover in cattle farms in Costa Rica and Nicaragua

Variable	Site	
	Costa Rica	Nicaragua
Total area inventoried (ha)	763	168.8
Tree density in pastures (trees ha ⁻¹)	7.91 ^a	17.45 ^b
Tree density in live fences (trees ha ⁻¹)	28.69 ^a	9.48 ^b
Total tree density (trees ha ⁻¹)	36.60 ^a	26.93 ^a
Crown cover in pasture (%)	6.73 ^a	6.23 ^a
Crown cover in live fences (%)	18.94 ^a	3.59 ^b
Total crown cover (%)	25.67 ^a	9.81 ^b

* Different letters within the rows indicate statistically significant differences ($P < 0.05$, t-test).

3.4 Tree density and crown cover in pasture

Tree densities were significantly different between sites ($P < 0.05$, t-test). In terms of tree cover, Nicaragua has more trees in pastures (17.45 trees ha⁻¹) than Costa Rica; but Costa Rica has greater tree cover in live fences (28.69 trees ha⁻¹). There was no significant difference ($P > 0.05$) in total density (dispersed trees in pasture + live fences) between sites. The crown cover of trees in pastures did not show a significant difference ($P > 0.05$); but in terms of canopy cover from live fences there was a significant difference ($P < 0.05$), being higher in Costa Rica (18.94 and 25.67, Table 3). Differences between sites were due to the following reasons: in Nicaragua, farmers favor natural regeneration to guarantee the supply of wood products; in Costa Rica, the low densities of trees in pastures are compensated with high densities of live fences with species of asexual reproduction. This strategy has allowed cattle farm-

ers to intensify the use of pastures with low tree densities and meet a high demand for fence posts from live fences.

References

- De Hann, C; Steinfeld, H; Blackburn, H. 1997. Livestock and the Environment: finding the balance. Brusells, Belgium, European Commission. 115 p.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? In Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. Wallingford, UK, CABI. pp. 1-20.
- Montenegro B, J; Abarca M, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en mitigación del calentamiento global. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 135 p.
- Souza, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 7(26): 53-56.

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MANEJO FORESTAL

Implicaciones en la rentabilidad del manejo al aplicar monitoreo ecológicoen bosques bajo certificación, RAAN, Nicaragua

Y. Zea¹, G. Navarro², B. Finegan³

Se identificaron factores que afectan la rentabilidad del manejo de bosques ubicados en Rosita (RAAN, Nicaragua), tomando dos áreas con diferente grado de intervención: intensidad baja (IB) de $8,9 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y alta (IA) de $17,6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Los bosques fueron sometidos a evaluación para la certificación forestal y al ubicarse en áreas con alto valor de conservación, la ejecución del monitoreo ecológico fue condicionante.

Para evaluar el efecto del monitoreo en la rentabilidad del manejo forestal se utilizó el valor del bosque (VB), el cual se basa en la voluntad de pago por el bosque considerando todos los ciclos de corta a perpetuidad.

1. Metodología

El método aplicado para estimar el valor del bosque fue el Análisis Costo-Beneficio. El VB es el precio de la tierra forestal más el remanente de los árboles después del aprovechamiento. El VB es una herramienta utilizada en la evaluación de la rentabilidad de inversión de proyectos que involucren el suelo y la masa forestal, tomando como referencia el tiempo (ciclos de corta, CC). El precio de referencia de la tierra forestal es el de mercado. Los flujos de caja del sistema fueron estimados para el área de aprovechamiento con base en datos obtenidos en el año 2003.

Con los valores del volumen estimado, el flujo de caja de las actividades de manejo, los precios de mercado de la madera y de la tierra forestal, se evaluaron diferentes ciclos de corta para hallar el máximo valor del bosque y el año de maximización (año de corta óptima a nivel financiero).

2. Valor del bosque para intensidad baja y alta de aprovechamiento

Para bosques con intensidad baja, el VB máximo fue de U\$20.22 ha⁻¹ con un CC de 14 años, lo que indica que, bajo esta intensidad, las operaciones de manejo no son una inversión aceptable, ya que el valor calculado está por debajo del precio del mercado del bosque (U\$50 ha⁻¹).

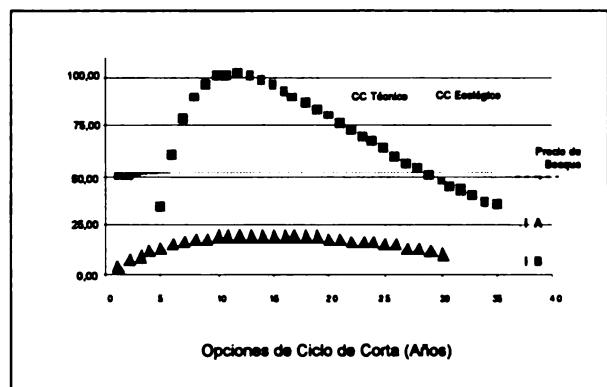


Figura 1. Variación del valor del bosque y del ciclo de corta para dos intensidades de aprovechamiento

El VB para intensidad de aprovechamiento alta fue de U\$100.21 ha⁻¹, para un CC de 12 años, debido al incremento del volumen aprovechado que repercute en mayor rentabilidad de la actividad forestal (Fig. 1).

¹yzea@catie.ac.cr

²Professor and Researcher in Forestry Economics and Management at the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). Tel.: +506-5582542; Fax: +506-556-8514. E-mail address: gnavarro@catie.ac.cr

³Cátedra Latinoamericana de Ecología en el Manejo de Bosques Naturales. Departamento Recursos Naturales y Ambiente, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: bfinegan@catie.ac.cr

3. Influencia del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo forestal

Para acceder a la certificación, se propone la ejecución del monitoreo ecológico cuyo costo se incluye dentro del flujo de caja del manejo. Por tanto, se busca la mejor alternativa que aumente la accesibilidad de aplicación, sin que esto afecte la aceptabilidad de la inversión en el manejo del bosque. Como caso base se toma el costo de ejecutar el monitoreo ecológico cada cinco años.

Al incluir el monitoreo ecológico, se aprecia la disminución del VB. Para la intensidad alta, el VB fue U\$62.46 ha⁻¹ (CC 10 años). En contraste, para la intensidad baja, los valores de VB no superan el precio del bosque (son negativos), por lo que la rentabilidad disminuye para intensidades bajas de aprovechamiento (Fig. 2).

Cuando se aprovecha un volumen bajo de madera, la rentabilidad se reduce; al agregar el costo del monitoreo ecológico no se alcanzan VB aceptables. Así, en la toma de decisiones sobre recomendar o no la ejecución del monitoreo, este no se debería ejecutar para intensidades bajas de aprovechamiento ($<10\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). No obstante, se deben tener en cuenta los criterios ecológicos que arroje el estudio, pues junto con estos resultados se crea una base sólida que sustenta la aplicación o no del monitoreo en aprovechamientos forestales.

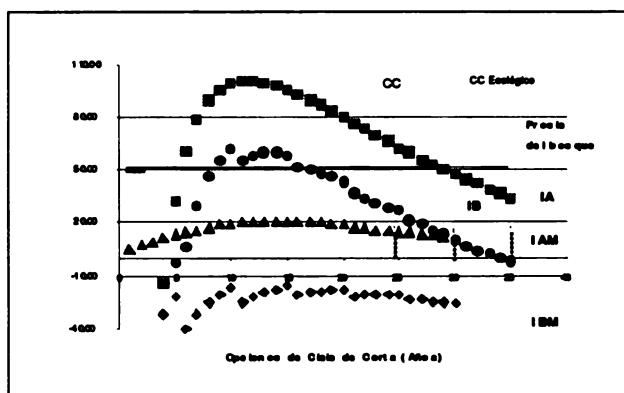


Figura 2. Variación del valor del bosque incluyendo el costo del monitoreo ecológico, para dos intensidades de aprovechamiento.

Bibliografía

Zea, Y. 2003. Análisis económico del manejo forestal sostenible: implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo en bosques con alto valor de conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 97 p.

CHLOROPLAST DNA PHYLOGEOGRAPHY OF *Cedrela odorata* IN CENTRAL AMERICA REVEALS VICARIANT ORIGINS OF CONTEMPORARY DIVERSITY

Stephen Cavers¹, Carlos Navarro², Andrew Lowe¹

1. Introduction

Cedrela odorata L. (Spanish Cedar) is a commercially valuable Neotropical timber species. It has been heavily impacted and is currently highly fragmented and reduced in numbers. To conserve genetic resources in this valuable species, it is necessary to quantify levels and distribution of natural genetic variation and identify units for management.

2. Methods

Samples were collected from 29 populations throughout Central America. Then, Chloroplast DNA was analysed using universal primers and restriction fragment digest (PCR-RFLP); 21 sets of primers were used to screen for polymorphisms in ten representative samples; the entire collection was screened with polymorphic primers. All samples were characterised for cpDNA haplotype. Dataset were analysed for within- and between-population diversity and population structuring, for both ordered and unordered data. Variation in environmental factors were also investigated, by grouping populations according to haplotype.

3. Results

- Nine insertion/deletion mutations were detected;
- Five haplotypes were characterised in three lineages;
- Total diversity was high ($H_T = 0.70$), but average population diversity was low ($H_S = 0.03$);
- Level of population structuring was very high ($G_{ST} = 0.96$);
- Geographic/genetic distance relationship deviates from a pattern of isolation by distance:
 - unordered estimates of genetic distance and population structure increase with geographic distance,

- - ordered genetic distance increases to mid-range geographic distance but decreases again at long range.
- Geographic regions were environmentally differentiated: North and Central regions much drier and more seasonal than the South.

4. Discussion

Divergence between Northern and Central haplotypes does not correspond with environmental differences because they are separated by greatest genetic distance. They are more likely to reflect an ancient fragmentation of the ancestral population, possibly following colonisation prior to the formation of the Isthmus of Panama.

Divergence between Southern and Central haplotypes corresponds to environmental differences; selection probably plays a role, but cannot be confirmed by neutral molecular data. A sharp distinction will probably reflect extinction and colonisation processes that accompanied the last glacial climatic cycle.

5. Conclusions

- Three cpDNA haplotype lineages indicate ancient vicariance origins of contemporary diversity.
- Conservation of populations in the three fragments should conserve sources of intraspecific historical variation.
- cpDNA loci form geographic markers for forensic identification of timber sources.

¹ Centre for Ecology & Hydrology, Edinburgh, Scotland

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica

ECOLOGICAL AND PRODUCTIVE ROLES OF LIVE FENCES IN CATTLE PRODUCTION SYSTEMS OF COSTA RICA AND NICARAGUA

C.A. Harvey^{1*}, C. Villanueva¹, M. Chacon¹, J. Villacís¹, A. Pérez¹, D. Muñoz¹, J. Martínez¹,
A. Navas¹, M. Ibrahim¹, R. Gómez², M. López², F.L. Sinclair³

1. Introduction

In Central America, live fences are conspicuous features of many agricultural landscapes, and form intricate networks across landscapes. However, despite their prevalence, there is remarkably little information about their abundance, distribution, and roles within these landscapes.

The objectives of this study were to characterize the abundance, composition and spatial arrangement of live fences in agricultural landscapes, and to identify their functional roles in sustaining farm productivity and conserving biodiversity.

2. Methods

Live fences were studied in three agricultural landscapes (Cañas and Río Frío in Costa Rica, and Rivas in Nicaragua) that are dedicated to cattle production. Data were collected as part of a set of integrated studies within the FRAGMENT project. These included the characterization of the abundance, composition and spatial arrangement of live fences in farms and landscapes, studies of how farmers use and manage live fences and studies of the fauna using live fences.

3. Results

3.1. General characterization of live fences

In all four landscapes, live fences were common and conspicuous features. Although the species richness of individual live fences was generally low (averaging 1.5 to 7 species per live fence), the combined species richness of live fences at the farm and landscape level was significantly higher (Table 1). The combination of different tree species, different planting distances, and different frequency and intensity of management practices creates live fences of varying densities and sizes.

3.2. Roles of live fences in agricultural landscapes

Although the main function of live fences is to delineate farm and divide pasture boundaries, live fences can also provide many other products and services to farmers (Figure 1). Live fences can potentially contribute to the conservation of biodiversity in agricultural landscapes both by increasing the amount of tree cover (thereby increasing habitat and resource availability) and enhancing landscape connectivity. A large number of animal species visit live fences (Table 2).

4. Opportunities using live fences in conservation and sustainable production strategies

In the agricultural landscapes studied, live fences already fulfill multiple productive and ecological roles. Opportunities to capitalize on the contribution of live fences within agricultural landscapes include:

- increasing the total number and length of live fences in these landscapes by converting the remaining wooden (dead) fences to live fences;
- diversifying the existing live fences to improve their structural and floristic complexity;
- positioning live fences to enhance overall landscape connectivity; and
- providing incentives to farmers (e.g. environmental service payments) to maintain and establish live fences in pastures.

¹ FRAGMENT Project (Inco-Dev ICA4-CT-2001-10099), Department of Agriculture and Agroforestry, CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica, charvey@catie.ac.cr

² Nitlapan, UCA, Nicaragua

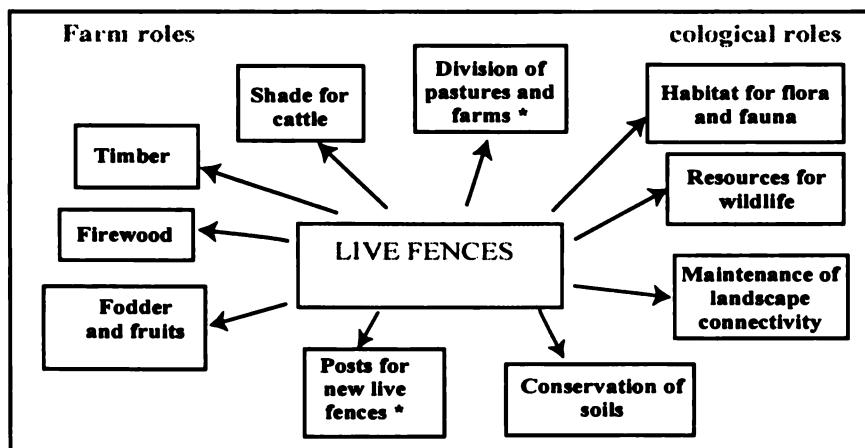
³ University of Wales at Bangor, Wales

Table 1. Structural and floristic characteristics of live fences in three agricultural landscapes

Variable		Cañas, Costa Rica (n=20,974 trees in 394 live fences)	Rio Frio, Costa Rica (n= 3,812 trees in 410 live fences)	Rivas, Nicaragua (n= 1,988 trees in 81 live fences)
General abundance	% of farms with live fences	88	87.3	39.5
Species composition	Mean # tree species per live fence	3.6 ± 2.9	1.5	7.8 ± 4.9
	Mean # of tree species in live fences per farm	24.8 ± 2.4	4.8 ± 0.7	21.2 ± 9.05
	Total # of tree species found in live fences	85 27		73
	Major species present in live fences (% of total trees found in live fences)	<i>Bursera simarouba</i> (54.2%) <i>Pachira quinata</i> (27.6%)	<i>Erythrina costaricensis</i> (75.6%) <i>Gliricidia sepium</i> (11.1%)	<i>Guazuma ulmifolia</i> (9.06%) <i>Cordia dentata</i> (8.44%)
Structural characteristics	Mean density of trees with dbh > 10 cm per km of live fence	626.9	139.7 ± 30.6	260.8 ± 192
	Mean diameter of trees in live fences (± SE) in cm, of trees with dap> 10 cm	28.9 (± 0.38) cm	15.9 ± 0.1	26.5 ± 5.2
	Mean height of trees in live fences (± SE) in m	10.09 ± 1.90	6.8 ± 0.2	9.4 ± 1.3
	Mean canopy radius of trees in live fences (± SE) in m, of trees with dap> 10 cm	4.33 ± 0.07 m	3.1 ± 0.04	4.6 ± 1
	Mean length of live fences (m)	174.52	76 1	82
Abundance in farms	km of live fence per ha of pasture	0.06	0.29	0.059
	Mean km of live fence per farm	2.93	1.94	0.36
	Mean tree density per km of live fence	627	608	388

Table 2. Summary of animal species registered in live fences in Cañas and Rivas during biodiversity studies of the FRAGMENT project

Taxa	Cañas, Costa Rica	Rivas, Nicaragua
# bird species	53	34
# bat species	17	18
# small mammal species	4	2
# dung beetle species	25	25
# butterfly species	22	25
Total	121	104

**Figure 1.** Roles played by live fences in landscapes studied in Nicaragua and Costa Rica

ENERGY PRODUCTIVITY IN LIVESTOCK FARMS WITH AND WITHOUT SILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE TROPICS OF COSTA RICA

Jairo Mora-Delgado¹, Raúl Velásquez-Vélez, Vilma A. Holguín, Muhammad Ibrahim

1. Introduction

Energy productivity analysis has an important roll in the assessment of agricultural systems sustainability. Several studies have been done to measure the level of spending on energy in tropical systems. On the other hand, some studies have shown the savings on energy achieved by the means of substitution of high-energy inputs with low-energy inputs or cultural practices (Pimentel *et al.* 1983).

Coefficients to convert labor and input quantities into energy values are useful for the energy analysis of livestock production systems. These coefficients have been calculated basing on the energy invested in the manufacturing, shipping, transporting and distribution processes of agricultural inputs. One way of measuring the energy in agricultural systems is to establish a ratio between the produced amount and invested energy in the production process; this method is known as the process method (Fluck y Baird 1980). This approach complements the conventional financial studies, representing another perspective to efficiency analysis of the livestock systems. The aim of this study is to estimate the energy productivity in three models of animal feeding in the Costa Rican tropics.

2. Materials and Methods

Three models of animal feeding were identified according to resources used by means of a cluster analysis of 33 farms in the Central Pacific of Costa Rica (Holguín 2003). The models identified were: 1) eco-friendly feeding based on silvopastoral systems (EFS model); 2) feeding based on intensive use of exogenous inputs (CIS model); and 3) feeding based on traditional extensive systems (CES model). Three farm clusters were studied during a year to illustrate energy productivity in each model. Using the process method (Fluck y Baird 1980), inputs and labor invested in the three models were estimated, and employing conversion factors reported in several studies

(Fluck y Baird 1980; Fluck 1995; Karlen *et al.* 1995; Lockeretz 1984), they were converted into energy values. Results were expressed as energy productivity in Mega-joules per kilogram ($MJ \cdot kg^{-1}$).

3. Results and discussion

An estimate of the quantity of energy invested in an area dedicated to cattle raising showed 3472.1 $MJ \cdot ha^{-1}$ for the CES model, 8113.7 for the EFS model, and 5608.5 for the CIS model. The largest investment in energy was composed by inputs.

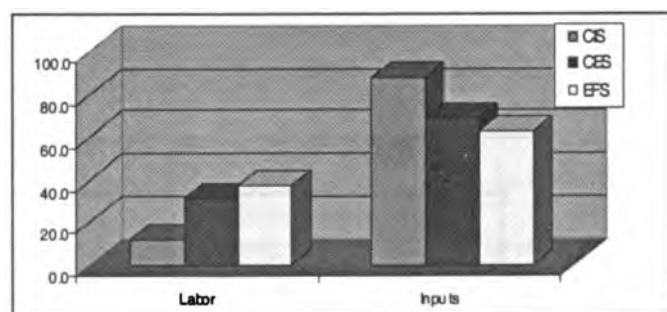


Figure 1. Proportion of energy invested by labor and inputs in each group of farms

¹ Environment and Livestock Management Group GAMMA-CATIE, jmora@catie.ac.cr

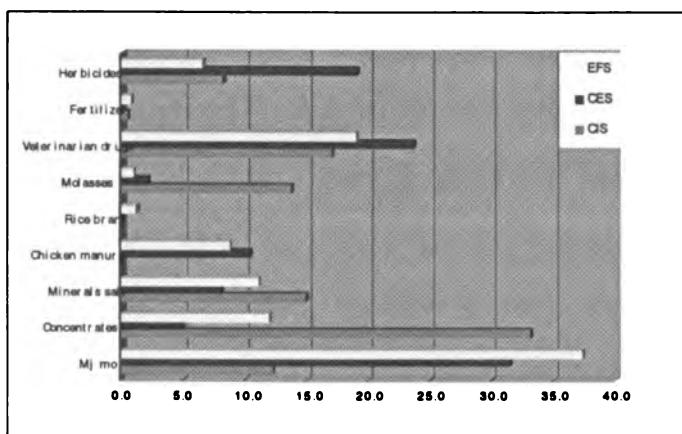


Figure 2. Proportion (%) of energy invested by different inputs in each group of farms

The percentage invested on inputs was above 60% in all models (CES = 66.4%; CIS = 87.7%; EFS = 62.3%), represented mainly by imported manufactured inputs (i.e. chicken manure, molasses, feeding supplements, herbicides and veterinarian drugs). The EFS model showed the highest energy invested in labor (37.7% of the energy invested per ha).

The feeding supplement in the energy budgets mainly in the CIS model is relevant. On the contrary, the veterinarian drugs and the mineral salts are important in the EFS. The energy budget of the CES model consisted of a high proportion of herbicides and veterinarian drugs.

Although the feeding system based on the use of imported resources (CIS) was the most profitable (Holguín 2003), it was not so in terms of energy productivity. In the EFS model one Kg. of milk was produced by investing 9.1 MJ, which represented 1/3 part of the energy required to produce the same output under the CIS model (29 MJ.kg⁻¹). Also the CES model was more efficient than CIS, but less than EFS. About the ratio energy/meat the CES cluster presented the lower ratio, but it is not synonymous of efficiency, because this model is based on extensive grazing. However, in the comparison between CIS and EFS, the ratio is better in the second cluster (Table 1).

Table 1. Requirements of energy/kg of milk in each group of farms

Cluster	Milk		Meat	
	kg/ha	MJ/ha	kg/ha	MJ/kg
CIS	1044.5	29.4	143.5	82.3
CES	277.7	12.6	104.3	40.0
EFS	635.1	9.1	112.6	78.8

These results coincide with other studies in agricultural systems (Uhl *et al.* 1981, Pimentel *et al.*, 1983) which have demonstrated a high energy productivity of low input systems (i.e. traditional and organic systems) vs. the high input systems like the intensive agricultural systems.

4. Conclusion

The analysis of energy productivity is an important approach in the assessment of livestock systems, because it represents a complement of the economical and financial analysis. This energy analysis suggested that the EFS model has a high productivity, which is important for the sustainability of the livestock systems. Also, this study showed that the main issues in the conventional systems are related to the high cost of input energy. On the contrary, in the EFS the main theme for researching should be the identification of strategies to diminish energy by labor.

References

- Fluck RC. 1995. The hidden input. Southern Regional Workshop Evaluating Sustainability, University of Florida. USA. 31-43 pp.
- Fluck RC and Baird CD. 1980. Agricultural Energetic. Avi Publishing Company, Inc. Gainesville University of Florida. 192 pp.
- Holguín V.A. 2003. Análisis Comparativo y Evaluación Económica de Modelos de Manejo Nutricional en Fincas de Ganado de Doble Propósito en la Zona Pacífico Central de Costa Rica. Tesis de M.Sc. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. (en prensa)
- Karlen DL; Duffy MD; Colvin TS. 1995. Nutrient, labor, energy and economic Evaluations of two farming systems in Iowa. Journal of Production Agriculture 8 (4): 540-546.
- Lockertz W; Shearer G; Kohl DH; Klepper RW. 1984. Comparison of organic and conventional Farming in the corn belt. In. Organic Farming: Current technology and its Role in a Sustainable Agriculture, 37-48 Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Pimentel D; Beradi G; Fast S. 1983. Energy efficient of farming systems: Organic and conventional agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment. 9: 359-372.
- Uhl C; Murphy P. 1981. A comparison of productivities and energy values between slash and burn agriculture and secondary succession in the upper Rio Negro region on the Amazon Basin. Agroecosystems. 7: 63-83

EL PROYECTO CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN PEQUEÑAS FINCAS INDÍGENAS DE CACAO ORGÁNICO EN EL CORREDOR BIOLÓGICO TALAMANCA-CARIBE, COSTA RICA

Eduardo Somarriba, Marilyn Villalobos, Jorge González, Celia Harvey

1. Introducción

Diversos grupos indígenas viven en las zonas remotas de Centroamérica, muchas de las cuales sirven de amortiguamiento a áreas protegidas de interés nacional e internacional. El cacao, un cultivo tradicional y de valor económico y cultural para los indígenas, es una de las pocas alternativas viables para obtener dinero en efectivo en zonas remotas. El cacao se cultiva mayormente bajo un dosel de sombra, que de diseñarse y manejarse adecuadamente, permite mejorar la producción sostenible del cacaotal y favorece la conservación de la biodiversidad (alimento, hábitat y corredores para fauna y flora útil o de valor ecológico).

En este sentido, el objetivo general del Proyecto es mejorar la producción sostenible y la conservación de biodiversidad en fincas de cacao orgánico en los territorios indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca, Costa Rica.

En esta región, se busca integrar la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad mediante las siguientes acciones:

- Manejo del componente leñoso perenne de la finca, el cual incluye palmas, bejucos, bambúes, arbustos, árboles, estacas, una amplia gama de frutales y cultivos perennes, como pimienta de Jamaica (*Pimenta dioica*), mamón chino (*Nephelium lappaceum*), coco y otras.
- Aumento de la densidad de frutales que son a la vez alimento y focos de atracción para la fauna. Si incrementamos la diversidad, calidad y producción de los frutales dentro de la finca, mejoraremos la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad.
- Repoblación de los cacaotales, bananales y palmas, con laurel, cedro amargo y especies nativas residuales del bosque original que han sido sobre-expLOTadas.

2. Principales actividades del Proyecto

- Elaborar planes de manejo agroforestal y ecológico para 300 fincas cacaoteras
- Rehabilitación agroforestal y ecológica de 300 fincas cacaoteras
- Viveros comunales y familiares para propagar clones mejorados de cacao, maderables, frutales y especies nativas de uso múltiple
- Monitoreo participativo de la biodiversidad (mamíferos, aves, escarabajos, roedores y murciélagos) en 60 fincas y varios hábitats (bosque, dos tipos de cacaotales con sombra, bananales con sombra y platanales sin sombra)
- Mejoramiento de la estrategia de mercadeo del cacao orgánico: centro de información, certificación, sellos amigables con la conservación de la naturaleza
- Capacitación e investigación, giras educativas, intercambio entre productores

3. Productos esperados

- Sistemas agroforestales más diversificados y productivos
- 300 fincas en los territorios Bribri y Cabécar rehabilitados de acuerdo con planes de mejoramiento agroforestal y ecológico
- Tres viveros comunales produciendo y distribuyendo especies nativas útiles y clones mejorados de cacao
- Centro de información sobre productos orgánicos y mercados funcionando en Bribri (APPTA)
- Agricultores capacitados en manejo del cacaotal y de la finca: rehabilitación de cacaotales, fertilización orgánica, control biológico de monilia, diversificación, conservación y monitoreo de biodiversidad
- Valor de cacaotales para conservar la biodiversidad incorporado en esquemas de certificación y comercialización
- Agricultores conocedores del uso y manejo de fauna y

flora nativas y utilizando prácticas de producción sostenible que favorecen la conservación de la biodiversidad

4. Temas de capacitación

- Conservación y monitoreo de la biodiversidad
- Planificación agroforestal y ecológica de fincas y cacaotales
- Rehabilitación, poda y manejo de cacaotales sexuales e injertados
- Propagación de plantas útiles e injertación de cacao
- Biocontrol de monilia y fertilización orgánica
- Fermentación, secado y calidad de cacao
- Certificación y mercadeo

5. Temas de investigación

- Producción sostenible de madera en cacaotales y bananales
- Extracción de madera y daño a cacaoteros
- Adopción de innovaciones
- Cacaotales como hábitats, recursos y corredores para plantas y animales
- Uso de flora y fauna por la población local

- Control biológico y cultural de monilia
- Vida silvestre y pérdidas en cultivos
- Percepciones y conocimiento local sobre biodiversidad
- Impactos socioculturales de la innovación tecnológica

6. Patrocinadores

Financiamiento: Fondo Mundial para el Ambiente (GEF), a través del Banco Mundial

Coordinación de la ejecución: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (506) 750-0344 o 556-6418

Contrapartes en la ejecución:

- Asociación de Desarrollo Integral de los Territorios Indígenas Bribri (ADITIBRI) (506) 754-2047
- Asociación de Desarrollo Integral de los Territorios Indígenas Cabecar (ADITICA)
- Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) (506) 751-0118 o 751-0158 Fax: 751-0072
- Comunidades productoras de cacao orgánico

APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO EN CENTROAMÉRICA

13 años de capacitación en tala dirigida
12 lecciones aprendidas

Geoffrey Venegas¹, Lucio Pedroni²

1. Introducción

No hay aprovechamiento de impacto reducido sin tala dirigida. De allí la importancia que adquiere la capacitación del personal que realiza los aprovechamientos.

¿Qué es la tala dirigida? Es la aplicación de una serie de métodos de tala, probados, mejorados y adaptados a diferentes condiciones del árbol y del terreno, para talar en la dirección óptima establecida.



Aprovechamiento sin tala dirigida en la RAAN, Nicaragua. Se observa el tocón alto y fuste rajado de caoba (*Swietenia macrophylla*) debido a la mala técnica de tala.

Desde hace 13 años, el CATIE ofrece capacitación en tala dirigida. ¿Cómo se inició este servicio? ¿Cuáles lecciones hemos aprendido? ¿Qué recomendaciones podemos hacer ahora que otros temas predominan en el debate científico y político? Este afiche intenta responder esas preguntas.



Aprovechamiento con tala dirigida en Río San Juan, Nicaragua. Se observa fuste de almendro (*Dipteryx panamensis*), completo y sin daños. La tala dirigida presenta mayor rendimiento de madera y menor impacto a la vegetación circundante que el aprovechamiento tradicional.

¹ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, Departamento Recursos Naturales y Ambiente. gvenegas@catie.ac.cr

² CATIE, lpedroni@catie.ac.cr

2. Un poco de historia

En 1992, el CATIE capacitó por primera vez a un grupo de trabajadores forestales en técnicas de tala dirigida y aprovechamiento de impacto reducido. Las prácticas se realizaron durante un periodo de once meses en el marco del entonces proyecto PROSIBONA (Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales) bajo el patrocinio de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE). Su propósito fue realizar un aprovechamiento de impacto reducido en un área de bosque natural en Villa Mills, Costa Rica, como parte de un manejo “modelo” que sirviera de ejemplo para el resto del país. Esta idea hoy la vemos retomada en la cuenca del río Reventazón en un contexto más amplio: la iniciativa internacional de bosques modelo.

Con el proyecto TRANSFORMA (Transferencia de Tecnología y Promoción de la Formación Profesional en Manejo de Bosques Naturales), también financiado por la COSUDE, algunos de los trabajadores de Villa Mills que habían recibido la capacitación fueron invitados a ofrecer sus conocimientos a diferentes grupos étnicos de otros países de Centroamérica, con el fin de promover el uso de buenas prácticas de aprovechamiento forestal en el resto del istmo. Esta modalidad de capacitación “productor a productor” resultó muy exitosa y desencadenó un proceso que permitió la capacitación de otros productores en Nicaragua, Honduras y Guatemala.

Hoy día, el renombre del CATIE en el tema de tala dirigida se ha difundido a toda América Latina. A pesar de que ya no contamos con presupuesto para financiar los cursos de capacitación en aprovechamiento de impacto reducido, sigue en pie la demanda por este tipo de servicio y, en algunos casos, también la voluntad de pagar por él. Es así como hemos tenido demandas de países como Ecuador y Perú. En Ecuador ya se realizó el primer curso de tala dirigida y mecánica de motosierras en febrero del 2004. En esta capacitación participaron 15 productores de la etnia Awa, y fue patrocinado por la Federación de Centros AWA de Ecuador (FCAE).

3. Lecciones aprendidas

48 eventos de capacitación en seis países durante 13 años deja lecciones aprendidas. A continuación las más importantes:

- ***“Hazlo tú para que la gente lo adopte”***

No hay que llegar como profesor, sino como alguien que se incorpora al trabajo y, por la manera diferente de hacerlo y de solucionar los problemas, capta la atención y el respeto de los participantes. Al hacer uno mismo algo, se demuestra cómo se debe ejecutar la técnica correcta que queremos replicar.

- ***“No hay adopción sin repetición”***

El hecho de haber recibido un curso en este tipo de técnicas no asegura que los capacitados hayan asimilado y adquirido de manera definitiva los conocimientos y las habilidades requeridas para poder operar como trabajadores forestales capacitados. Para lograr esto, se necesita de varios cursos de seguimiento, hasta que hacer las cosas mejor se vuelve una costumbre y un orgullo.



Juan Blas Vega, de la comunidad de Toncontín, Honduras, recibió formación en tala dirigida, aserrío con marco y mecánica de motosierras. El caso de Juan es un buen ejemplo de un obrero que, como muchos otros, recibió una formación continua. Lo anterior promueve un efecto multiplicador de gran importancia pues deja capacidad instalada en las comunidades y permite mejorar la calidad de vida de los trabajadores capacitados.

- ***"Se aprende haciendo"***

Los cursos deben de ser en su mayor parte prácticos, respondiendo al lema de "aprender haciendo".

- ***"La finalidad es transmitir conocimientos técnico-prácticos"***

Si se utilizan métodos y herramientas sencillas basados en la práctica se obtienen los mejores resultados.

- ***"En el trabajo diario local, hay malas prácticas laborales muy difíciles de eliminar"***

Los trabajadores tradicionales han adquirido a lo largo de los años útiles habilidades, pero también algunas costumbres de trabajo empírico dañinas y hasta peligrosas, las cuales son fallas y limitantes que deben ser corregidas durante el proceso de capacitación.

- ***"El efecto multiplicador es de gran importancia"***

Uno de los objetivos primordiales de este tipo de capacitación es formar un grupo base que pueda transmitir sus conocimientos. En muchos lugares, ese grupo base ofrece capacitaciones similares a otras comunidades, por lo cual reciben una buena remuneración por su trabajo calificado.



Oscar Araya y Álvaro Abarca, obreros capacitados de Villa Mills, como instructores en cursos de capacitación sobre tala dirigida en Río San Juan, Nicaragua y Petén, Guatemala, respectivamente. La capacitación de "productor a productor" resultó muy exitosa.

- ***"La capacitación incluye también el uso y mantenimiento correcto de los equipos"***

Esto es de suma importancia, ya que de nada vale desarrollar modelos de aprovechamiento, si al final el aprovechamiento no se ejecuta con el personal calificado y los equipos necesarios que la actividad demanda. Debido al costo inicial de los equipos es de suma importancia aumentar su vida útil, para no incurrir en gastos continuos al adquirir otros, o en la compra de piezas y repuestos.

- ***"La seguridad del personal involucrado en el aprovechamiento debe ser la primera prioridad"***

Las malas posturas pueden causar lesiones, incapacidades permanentes o hasta la muerte. Siempre hay que tener presente que de cada operario, motosierrista o trabajador depende una familia.

- ***"La aplicación de tala dirigida exige una evaluación del árbol a talar"***

Antes de realizar cualquier actividad, primero hay que planificar las labores, escoger el método de trabajo según las condiciones y preparar correctamente los materiales que se van a utilizar. Con la evaluación del árbol se define un método de tala específico, ya que se presentan diferentes tipos de dificultades, tanto por el árbol como por el terreno.

- ***"La adopción de las técnicas de tala dirigida durante el aprovechamiento depende del equipo con el que se trabaje"***

Las motosierras livianas de modelos recientes se pueden maniobrar adecuadamente, y se pueden realizar los cortes precisos que la técnica demanda. Además, el uso de herramientas (cuñas) en muchos casos es primordial para ayudar a direccionar la caída de los árboles, y como auxilio en el troceo.



Equipo forestal básico: motosierras modernas de cilindrada media, cuñas y mazos forestales, recipientes para gasolina y aceite, machete, giratroncos, además del casco, el cual es básico y necesario para la seguridad personal.



También se observa el uso de cuñas de aluminio para ayudar a dirigir la caída y para realizar sin contratiempos el troceo de áboles de caobilla (*Carapa guianensis*) en Río San Juan, Nicaragua.

- *“La capacitación incide en un mejor aprovechamiento del árbol”*

Los cortes se realizan lo más bajo posible, dejando un tocón bajo; el árbol es dirigido a un lugar donde el fuste no se raje; se aprovechan ramas gruesas de valor comercial. Así se logra un uso más racional del recurso, un rendimiento mayor y beneficios económicos directos mayores.

- *“La capacitación en tala dirigida incide sobre la sostenibilidad”*

Con tala dirigida se logra un bosque sano bien intervenido, se reducen los daños a la masa remanente, pues los árboles talados pueden ser desviados de la dirección de su caída natural a una dirección óptima; se salvan los árboles semilleros, maderables de futura cosecha y de regeneración natural.

4. Conclusiones y recomendaciones

- La tala dirigida es la primera actividad de manejo del bosque.
- La tala dirigida es básica y debe de ser ejecutada por personal calificado.
- La tala dirigida se ha aplicado y adoptado en el contexto normal de trabajo en bosques centroamericanos.
- La capacitación en tala dirigida exige una selección y seguimiento cuidadoso de los futuros capacitadores.
- La capacitación en tala dirigida conlleva una reducción de daños a la masa residual, así como de los accidentes laborales.
- El aprovechamiento de impacto reducido depende, en buena medida, de la tala dirigida.
- No perder de vista la importancia de la tala dirigida solo porque otros temas están más de moda.
- No puede haber manejo forestal con un mal aprovechamiento.
- No puede existir un bosque modelo mal aprovechado.

Efecto de un instrumento económico sobre la deforestación de la zona de amortiguamiento de Indio Maíz, Nicaragua

Zenia Salinas¹; Outi Myatt-Hirvonen², Bruno Locatelli³

Pagos por servicios ambientales (PSA) es un instrumento que ha levantado muchas expectativas para la conservación, uso o manejo sostenible de los recursos forestales.

Al diseñar un PSA la atención se ha enfocado en encontrar un monto para pagar los servicios usando varios métodos para valorarlos. Otros aspectos de atención han sido la tenencia de la tierra y la reducción de los costos de transacción. El efecto de los pagos ha sido medido a través del monitoreo de los bosques, concentrándose así en los factores ambientales. Menos atención ha sido puesta en estudiar los aspectos sociales y la actitud de los finqueros.

Según Faris (1999) ningún instrumento puede ser de aplicación generalizada. Los motivos y las acciones de los propietarios de la tierra deben ser considerados en el diseño de instrumentos que tienen como objetivo reducir la deforestación.

En esta investigación se evalúa el efecto que un PSA diseñado con base en el costo de oportunidad de la tierra bajo conservación, tendría sobre la deforestación en la comunidad de La Quezada. El método de cálculo del monto supone que el finquero recibe una cantidad de dinero igual al costo de oportunidad de la tierra, es decir la diferencia entre el beneficio neto del uso más rentable y la conservación de bosque (ver figura 1).

Con este enfoque se supone que para el productor es más interesante conservar el bosque recibiendo un pago superior al costo de oportunidad que deforestar. Este supuesto implica la existencia de mercados para la mano de obra y los productos de consumo.

Metodología

La Quezada es una comunidad que forma parte de la frontera agrícola intensiva de la zona de amortiguamiento de la

Reserva Biológica Indio Maíz. Para este estudio se entrevistó a 20 propietarios sobre sus prácticas de uso de la tierra, rendimientos, costos e ingresos del año 2001. Datos sobre precios de mercado fueron recolectados en puertos de montaña y comunidades aledañas.

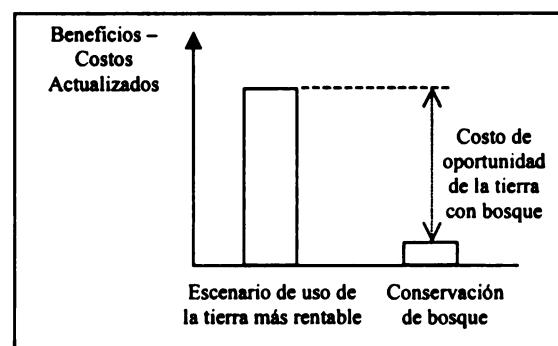


Figura 1. Principio del costo de oportunidad

Cálculo del costo de oportunidad

El costo de oportunidad fue calculado con base en el flujo de costos e ingresos que los productores obtienen de diferentes alternativas de uso de la tierra usando dos métodos: uno estático y otro dinámico. También se calculó el costo de oportunidad promedio y el costo de oportunidad individual.

Método estático: Se calculó el costo de oportunidad de manera tradicional comparando los beneficios netos de las actividades que compiten por el uso de la tierra en el año de estudio. Los usos de la tierra comparados con conservación fueron: bosque con aprovechamiento de madera, pastos, cultivo de frijol, maíz, arroz y quequisque

Método dinámico: Para capturar los patrones de cambio de uso de la tierra y las diferencias en los rendimientos de

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. zsalinas@catie.ac.cr

² Universidad de Helsinki

³ CATIE-cirad. blocatel@catie.ac.cr

los cultivos debido a la pérdida de fertilidad de los suelos, escenarios de uso de la tierra de 7 años fueron definidos y comparados. El costo de oportunidad se calculó en términos del valor actual neto de los escenarios. Una tasa de descuento alta (15%) fue aplicada en el análisis debido a que los finqueros prefieren usar sus recursos en el corto plazo.

Modelación del efecto del pago sobre la deforestación

Se modeló cuál sería el efecto de un pago por servicios ambientales sobre la deforestación según el método de cálculo y de aplicación del pago. El análisis se basó en el supuesto que el costo de oportunidad de la tierra bajo conservación del bosque es directamente proporcional a la probabilidad de deforestación.

La evolución de la cobertura forestal se representó usando una cadena de *Markov*, la cual permite expresar que la probabilidad de una manzana de tener bosque durante el año t depende del estado en el año $t-1$ (forestal o no) y del costo de oportunidad del año t . El conocimiento del área de bosque total en el 2001, las áreas de bosque al momento de la llegada de cada familia y su tiempo de permanencia en la zona permitió estimar el coeficiente de proporcionalidad del modelo probabilístico.

Pertinencia del modelo con la realidad

La pertinencia de los supuestos del modelo fue evaluada a través de un análisis de correlación, a nivel individual, entre los resultados del modelo probabilístico de deforestación y lo que pasó con el uso de la tierra, desde la llegada de los finqueros a la zona hasta el año 2001.

Resultados

Costo de oportunidad de conservar el bosque

Diferentes costos de oportunidad fueron obtenidos según el método estático y dinámico (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Costo de oportunidad según métodos de cálculo

Método	C. de O. promedio (US\$/ha/año)
Estático	89
Dinámico	42

El resultado del método estático es mayor porque no considera los costos de cambio de uso de la tierra, el tiempo de descanso del suelo, ni las variaciones del rendimiento de los cultivos debido a la pérdida de fertilidad de los suelos.

Efecto del pago sobre la deforestación

En la figura 2 se muestra la deforestación prevista por el modelo dinámico aplicando un monto de PSA obtenido del promedio de los costos de oportunidad y otro basado en los costos individuales.

Los resultados de la modelación sugieren que si todos los productores tuvieran los mismos costos de oportunidad de conservar el bosque, un PSA de 42 US\$/ha/año permitiría parar la deforestación. Sin embargo, usando costos de oportunidad heterogéneos la deforestación sigue a un nivel de 2,5% con un pago de 42 US\$/ha/año y se detendrá solo a partir de un pago de 100 US\$/ha/año. Por lo tanto, la aplicación de un pago promedio sobre estima el efecto del instrumento sobre la deforestación.

Pertinencia del modelo con la realidad

El análisis de pertinencia mostró que no hay correlación entre los resultados del modelo ($R^2 = <0.1$) y la deforestación que ocurrió a nivel individual. Por lo tanto, un PSA diseñado con el método dinámico no tendría el efecto esperado sobre la deforestación. El análisis con el método estático arrojó el mismo resultado.

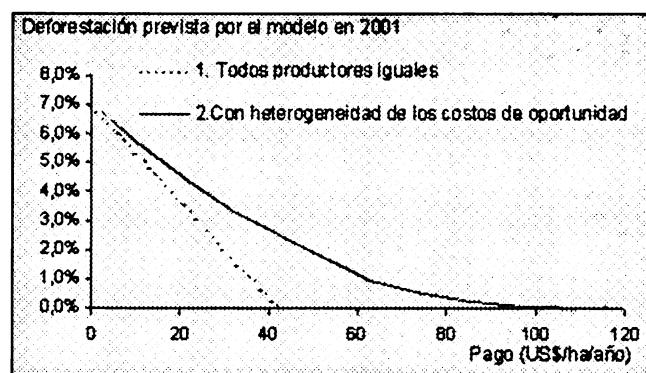


Figura 2. Modelación del efecto de un pago sobre deforestación utilizando el enfoque dinámico.

Discusión

Los finqueros de La Quezada tienen asegurada la propiedad de sus tierras pero no tienen acceso a mercados de mano de obra y de productos, por lo tanto no participan de mercados perfectos. Esta situación no les permite ser los

actores económicos clásicos que maximizan sus beneficios económicos, supuesto básico del modelo. Los productores de esta comunidad toman sus decisiones de cambio de uso de la tierra según sus necesidades de subsistencia.

En este estudio se generaron diferentes montos para un potencial PSA. Aunque el monto resultado del método de cálculo estático podría significar un mayor valor de los servicios ambientales, éste no captura los costos del cambio de uso de la tierra y por lo tanto no está asociado a la deforestación y su efecto sobre ésta será sobre estimado.

En este estudio, la diferencia entre las motivaciones reales de cambio de uso de la tierra y el supuesto de maximización económica no permite que el modelo explique la deforestación individual. Por lo tanto, los resultados sugieren que en una zona como La Quezada, el efecto de un pago no solo dependerá del monto a pagar. Para aplicar este instrumento en esta comunidad, se requeriría de un mínimo de condiciones necesarias, tales como seguridad alimentaria, buena infraestructura de mercado, organización local y educación. (Smith y Scherr 2002)

Adicionalmente, factores culturales como el conocimiento de y la actitud hacia el bosque; y factores sociales como la alta tasa de crecimiento poblacional, migración, el alcoholismo y conflictos sociales, deben ser considerados al momento de diseñar un PSA. El cumplimiento de estas condiciones además del complemento con otras alternativas de manejo sostenible de los recursos naturales podría tener el esperado efecto positivo del pago sobre la deforestación. (Salinas y Myatt-Hirvonen 2002)

Bibliografía

- Faris, 1999. Deforestation and Land Use on the Evolving Frontier: An empirical Assessment. Development discussion paper No 678. 21 p.
- Salinas, Z. y Myatt-Hirvonen, O. 2002. Adopción del manejo forestal. Experiencia de Las Quesadas, Río San Juan, Nicaragua. Revista Forestal Centro Americana No 36. 65-67 p.
- Smith, J. and Scherr, S.J. 2002. Forest Carbon and Local Livelihood: Assessment of Opportunities and Policy Recommendations. CIFOR Ocassional Paper No. 37. Jakarta. Indonesia. 45 p.

CREATING WIN-WIN SITUATIONS THE STRATEGY OF PAYING

FOR ENVIRONMENTAL SERVICES TO PROMOTE ADOPTION OF SILVOPASTORAL SYSTEMS

José A. Gobbi, Muhammad Ibrahim¹

INTRODUCTION

This study considers the financial viability of investing in silvopastoral technologies to enhance ecosystem functioning of degraded pasturelands in Colombia, Costa Rica, and Nicaragua. The following questions are explored: 1) Is it financially profitable for the farmer to adopt silvopastoral systems? 2) What is the degree of incentive that a payment for environmental services offers for adopting silvopastoral systems?

METHODS

Investment Analysis

- The financial feasibility of investing in silvopastoral systems (SPS) was explored by conducting an *ex-ante* benefit-cost analysis.
- Models were developed for seven hypothetical, but typical, farms with different livestock production systems in the three countries. Payment System for Environmental Services Farmers are paid during a period of four years for the environmental services (carbon

sequestration and biodiversity) they provide by adopting the SPS. Payments are based on a land use change index. The value of each point of the land use index is US\$ 50.0.

RESULTS

- The size of the investment for establishing SPS varies among the countries and depends on (1) the technical options proposed in the menu for each type of farm and (2) the amount of land converted into SPS.
- In general, the adoption of silvopastoral systems increases the number of day-workers needed for operating the farm. These increases are specially related to the size of the fodder bank.
- The estimated revenues generated from environmental services for the entire payment period (4 years) pay between 20%–30% of the establishment costs in SPS.
- The incorporation of SPS results in an improvement of the productive and reproductive parameters in the herd.

Table 1. Livestock production systems and establishment costs for silvopastoral systems.

Model	Production System	Farm Size	Porcentage Area Transformed with SPS	Total Establishment Cost (US\$) a	Porcentage Change in Incremental Costs
COL 1	Beef, Extensive	Medium	8.2 %	2,729	+ 2.1 %
COL 2	Beef, Semi-extensive	(70 ha)	20 %	4,703	+ 25.2 %
COL 3	Beef, Intensive	Small	23.3 %	3,937	- 10.3 %
CR 1	Dual purpose	(20 ha)	19.1 %	2,602	+ 22.9 %
NIC 1	Dual purpose	Small	19.1 %	2,089	+ 75.4 %
NIC 2	Dual purpose	(15 ha)	17.7 %	3,194	+ 51.6 %
NIC 3	Dual purpose	Small	13.7 %	4,582	+ 48.3 %

a Total Investment in SPS incurred in the farm during the first four years of the project.

Table 2. Financial results

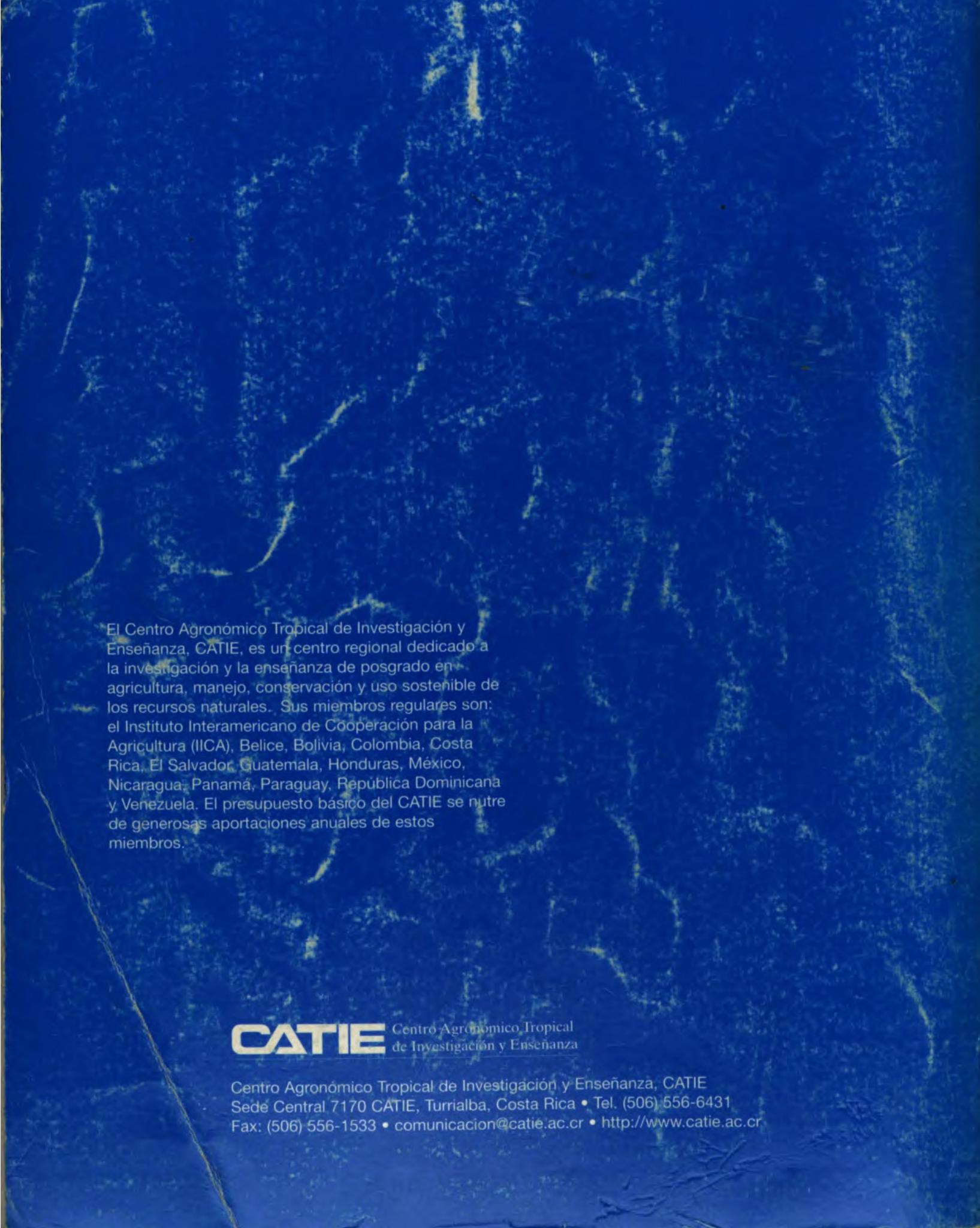
Model	Increased Labor Requirements (% increase over base)	Payment for Environmental Services	Net Present Value	IRR
COL 1	12	1,286.5	95.61	15
COL 2	13	1,314	516.48	15
COL 3	8	1,413.5	615.07	19
CR 1	34	2,864	741.98	16
NIC 1	86	1,126	261	12
NIC 2	59	2,992.4	2,038.06	14
NIC 3	106	3,916	1,864.86	14

CONCLUSIONS

- Under the model's assumptions, investments in adopting SPS are financially profitable, showing positive incremental net present values in all models.
- All models result in negative net present values if payment for environmental services is not applied.
- Financial feasibility increases directly in relation to the improvement in the productive and reproductive parameters, since net income in the farm is mainly a function of livestock production.

<u>DATE DUE</u>	
DEVUELTO	DEVUELTO
DEVUELTO	DEVUELTO
DEVUELTO	DEVUELTO
DEVUELTO	27 JUL 2005
DEVUELTO	13 OCT 2005
3 SEP 2005	DEVUELTO
DEVUELTO	1 JUN 2007
32 JUN 2005	28 JUN 2007
DEVUELTO	16 FEB 2006
16 MAR 2006	DEVUELTO





El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.

CATIE

Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Sede Central 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica • Tel. (506) 556-6431
Fax: (506) 556-1533 • comunicacion@catie.ac.cr • <http://www.catie.ac.cr>